

VHT
Wall

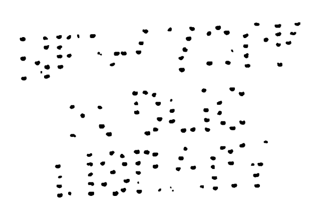


DIE ENSTATITAUGITE

EINE UNTERSUCHUNG ÜBER MONOKLINE PYROXENE MIT KLEINEM WINKEL DER OPTISCHEN AXEN UND NIEDRIGEM KALKGEHALT

VON

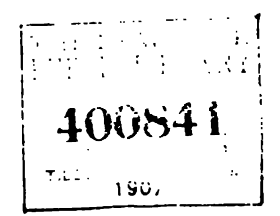
WALTER WAHL

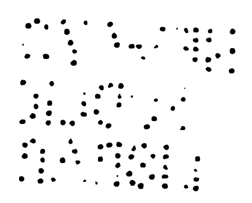


WIRD MIT GENEHMIGUNG DER PHILOSOPISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT HELSINGFORS AM 25. MAI 1906 UM 10 UHR VORMITTAGS IM HISTORISCH-PHILOLOGISCHEN AUDITORIUM ZUR ÖFFENTLICHEN VERTEIDIGUNG VORGELEGT.

HELSINGFORS 1906.

4





HELSINGFORS
J. SIMELII ERBEN BUCHDRUCKEREI-AKTIENGESELLSCHAFT
1906

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite.

Einleitung.

Die kalkarmen monoklinen Pyroxene der Diabase.

Kalkarme monokline Pyroxene aus anderen Gesteinen.

Einleitung.

In seiner grundlegenden Arbeit „Ueber Pyroxen und Amphibol“ hat Tschermak die damals bekannten monoklinen Pyroxene in drei Hauptgruppen eingeteilt: die der Diopsid-Hedenbergitreihe, die der Augitreihe und die der Aegirin-Akmitreihe.[1]) Zu der Diopsidreihe führte er die an Sesquioxyden freien oder doch sehr armen „Diopside“, „Baikalite“, „Sahlite“, „Malakolithe“, „Omphasite“, „Kokkolithe“ und „Hedenbergite“. Chemisch liessen sich diese als isomorphe Mischungen der beiden Silikate $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$ (Diopsid) und $Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$ (Hedenbergit) betrachten. d. h. „es gälte die Regel, dass die Zahl für Kalkerde gleich sei der für Magnesia und Eisenoxydul zusammengenommen“. Die Abweichungen der Analysenzahlen von den aus diesen Formeln berechneten Zahlen waren so gering, dass Tschermak dieselben der Veränderung durch Verwitterung und der Beimischung von Eisenoxydverbindungen zuschreiben konnte. Zu den Augiten wurden die sesquioxydhaltigen und alkalifreien Glieder der Pyroxenfamilie gezählt. In dieser Gruppe ist die Regel, dass die Zahl der Kalkerde gleich der von Magnesia und Eisenoxydul zusammengenommen ist, nicht gültig, sondern es zeigte sich bei den von Tschermak als Beispiel gewählten Analysen, dass ein Überschuss an Magnesia und Eisenoxydul über Kalkerde sich vorfindet, aber dass die Zahl der Kalkerde und Thonerde zusammengenommen gleich der Zahl für Magnesia und Eisenoxydul ist. Aus dieser Wahrnehmung leitete Tschermak die folgende „Mischungsregel“ für die Augite ab:

$$(n + o)\,Mg\,O : n\,Ca\,O : o\,Al_2\,O_3 : (2n + o)\,Si\,O_2.$$

Die Augite könnten demnach als aus Diopsid und einem

[1]) G. Tschermak: Ueber Pyroxen und Amphibol. T. M. M. I. 1871. S. 17.

Thonerde-Magnesia-Silikat (= „Tschermak'sches Silikat") zusammengesetzt angesehen werden:

n [$MgO \cdot CaO \cdot 2 SiO_2$] Diopsid
o [$MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$] Magnesia-Thonerde-Silikat.

In diesen Formeln kann MgO durch FeO, MnO und Al_2O_3 durch Fe_2O_3 vertreten sein.

In die dritte Gruppe, die der Akmite und Aegirine, wurden die chemish von den vorerwähnten ziemlich abweichenden an Natron und Eisenoxydul reichen Pyroxene gestellt, und für dieselben die folgende Formel abgeleitet:

$$Na_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot 4 SiO_2.$$

Nach Tschermak haben sich hauptsächlig Wiik [1]), Flink [2]), Doelter [3]), Wülfing [4]) und Becke [5]) mit den optischen Verhältnissen der Minerale der Pyroxenfamilie beschäftigt. Für die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Pyroxene sind besonders die analytischen und synthetischen Untersuchungen von Doelter [6]), Mann [7]), von Merian [8]), Knop [9]), Fouqué & Michel-Lévy [10]) sowie mehrerer der übrigen französischen Mineral-Synthetiker der 70-ger und 80-ger Jahre des vorigen Jahrhunderts [11]), ferner die von Vogt [12]) und Morozewicz [13]) von Bedeutung gewe-

---

[1]) F. J. Wiik. Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XXIV (1882) S. 31. XXV (1883) S. 123 und Z. Kr. VII S. 78. VIII S. 208.

[2]) G. Flink. Z. Kr. XI S. 449.

[3]) C. Doelter. T. M. P. M. II (1879) S. 193.

[4]) E. A. Wülfing. Beiträge zur Kenntnis der Pyroxenfamilie in chem. u. opt. Beziehung. Heidelberg 1891 und T. M. P. M. XV (1896) S. 29.

[5]) F. Becke. T. M. P. M. XVIII (1899) S. 533—535.

[6]) C. Doelter. T. M. M. VII (1877) S. 279. T. M. P. M. I (1878) S. 49. II (1879) S. 193. N. J. 1884 II S. 51.

[7]) P. Mann. N. J. 1884. 2. S. 172.

[8]) A. v. Merian. N. J. Beil. B. III (1885) S. 252.

[9]) A. Knop. Z. Kr. X (1885) S. 58.

[10] u. [11]) Fouqué & Michel-Lévy: Synthèse Des Mineraux Et Des Roches, Paris 1882. S. 102—110.

[12]) J. H. L. Vogt. Beitr. z. K. d. Gesetze d. Mineralbildung in Schmelzmassen und in d. neov. Ergussgesteinen. Kristiania 1892, auch in „Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Bd. 13. S. 1 und B. 14 S. 189.

[13]) J. Morozewicz. T. M. P. M. XVIII S. 105—124.

sen. Durch die Arbeiten der Vorerwähnten und Anderer, welche die Pyroxene einzelner Fundorte beschrieben haben, ist nun ein bedeutend reichhaltigeres Material, als zur Zeit des Erscheinens der Tschermak'schen Arbeit, zusammengebracht worden, und hierdurch haben die von Tschermak vertretenen Anschauungen teils eine Bestätigung, teils eine Erweiterung erfahren.

Gestützt auf die Analysen von Mann, Doelter und von Merian, sowie auf die Beobachtung Bröggers [1]), dass in diesen Pyroxenen die optische Symmetriaxe $\mathfrak{a}$ die der kristallographischen Hauptaxe näher gelegene ist, konnte Rosenbusch die von ihm zuerst als Phonolithaugite [2]) bezeichneten, an Natron relativ reichen Augite, als eine besondere, eine Zwischenstellung zwischen der Diopsid-Hedenbergitreihe und den Augiten einerseits und den Aegirinen anderseits einnehmende „Aegirinaugite" als eine in chemischer und optischer Hinsicht gut charakterisierte Gruppe von den übrigen Augiten abtrennen. [3])

In optischer Hinsicht am genauesten bekannt unter den monoklinen Pyroxenen sind, namentlich durch die Untersuchung von Wülfing, diejenigen der Diopsid-Hedenbergitreihe. [4]) Durch seine genaue Bestimmung der optischen Konstanten von fünf Gliedern dieser Reihe mit verschiedenem Gehalte der Hedenbergit- und Diopsid-Silikate, konnte Wülfing den von Tschermak hervorgehobenen Einfluss des Gehaltes an der Eisenverbindung auf die optischen Eigenschaften des Pyroxens recht genau verfolgen, und die optischen Konstanten des einen Endgliedes, $CaMgSi_2O_6$ feststellen. In Betreff der chemischen Zusammensetzung der Pyroxene der Diopsid-Hedenbergitreihe gelangte Wülfing jedoch zu einem von der Tschermakschen Regel, dass die Summe der CaO Moleküle gleich der Summe der $FeO + MgO$ Moleküle sei, abweichendem Resultat. Durch die Berechnung von 54 Analysen von nur wenig Sesquioxyde enthaltenden Pyroxenen zeigte Wülfing, dass der Gehalt an $FeO + MgO$ meistens grösser als der an CaO ist; nur in zwei Fällen war $CaO > MgO + FeO$. Da aber „das Verhältnis der Monoxyde zu einander,

[1]) W. C. Brögger. Z. Kr. XVI S. 656.

[2]) H. Rosenbusch. Mikroskop. Phys. 2. Aufl. II. S. 616.

[3]) H. Rosenbusch. Mikroskop. Phys. 3 Aufl. I. S. 537.

[4]) E. A. Wülfing. Beiträge z. K. d. Pyroxenfamilie. Heidelberg 1891.

sich bei aller Mannigfaltigkeit doch immerhin zwischen gewissen Grenzen bewegt", hält Wülfing es nicht für wahrscheinlich, dass die Diopside isomorphe Mischungen in beliebigen Verhältnissen der Metasilikate der drei Monoxyde seien, und er erweitert deshalb die Tschermak'sche Theorie dahin, dass er ausser den beiden Molekeln

$$CaO \cdot MgO \cdot 2\,SiO_2$$
$$CaO \cdot FeO \cdot 2\,SiO_2$$

noch ein Molekyl $MgO\ FeO \cdot 2\,SiO_2$ annimmt.

Hiernach sind die Bedingungen für die Verhältnisse, in denen die Monoxyde zu einander stehen können, die folgenden:[1])

$$CaO \leqq MgO + (Fe, Mn)O$$
$$MgO \leqq CaO + (Fe, Mn)O$$
$$(Fe, Mn)O \leqq CaO + MgO.$$

Bei den sesquioxydhaltigen Pyroxenen hat Doelter[2]) das Vorhandensein der Gruppe $\overset{II}{R}O\ \overset{III}{R}_2O_3\ SiO_2$ und, ebenso wie Vogt, der Gruppen $\overset{II}{R}SiO_3 + \overset{III}{R}_2Si_3O_9$ angenommen. Vogt betont, dass die Pyroxene der Schlacken nicht immer nach der Formel $CaRSi_2O_6$ (wo R = Mg, Fe, Mn) zusammengesetzt sind, sondern dass vielmehr oft ein Überschuss sowohl der reinen $CaSiO_3$ wie der $(Mg, Fe)SiO_3$ Verbindung vorhanden sein kann, und dass nach den Untersuchungen von Doelter und v. Merian auch in den gesteinsbildenden monoklinen Pyroxenen ein Überschuss der Verb. $CaSiO_3$ und $(Mg, Fe)SiO_3$ vorhanden sein kann.[3])

Unter den gesteinsbildenden, an alkalihaltigen Molekeln armen, monoklinen Pyroxenen herrschen solche, die der Diopsid-Hedenbergitreihe chemisch und optisch nahe stehen in den sauren und intermediären Eruptivgesteinen vor. In den ba-

---

[1]) E. A. Wülfing. loc. cit. S. 43.

[2]) C. Doelter. T. M. P. M. II. S. 193.

[3]) J. H. L. Vogt. Mineralb. in Schmelzmassen. 1892. S. 36—45 und Die Silikatschmelzlösungen. Videnskabs-Selskabets Skr. Math.-Nat. Kl. 1903. N:o 8, S. 31.

sischen dagegen, und besonders in den relativ alkalireichen der letzteren herrschen die sequioxydreichen eigentlichen „basaltischen Augite“, an welche sich die titanreichen „Titanaugite“ anschliessen. Zwischen diesen beiden Extremen stehen dann, gewissermassen vermittelnd, diejenigen Augite, die sich ihren optischen Eigenschaften nach den Diopsiden nähern („diopsidische Augite“), zu denen unter anderen die von Becke beschriebenen Pyroxene der Pyroxenandesite zu zählen sind. Alle diese monoklinen Pyroxene sind, soweit sie chemisch untersucht worden sind, ziemlich kalkreich und die Analysen stehen mit der oben angeführten Tschermak'schen (und Wülfing'schen) Anschauung über die Zusammensetzung der Pyroxene in keinem schroffen Widerspruch.

Es giebt aber eine Anzahl Analysen gesteinsbildender Pyroxene, die sich nicht gut mit den zur Zeit herrschenden Ansichten über die Zusammensetzung der Pyroxene in Einklang bringen lassen. Es sind dieses Analysen, in denen der Überschuss an $MgO + FeO$-Molekeln über die der CaO-Molekeln ein so bedeutender ist, dass das von Wülfing angenommene Silikat $MgFeSi_2O_6$ das herrschende sein würde, und in manchen Fällen lässt sich eine Berechnung, wie sie von Wülfing angewandt wurde, überhaupt nicht durchführen, denn es ist ein Überschuss an MgO oder FeO allein für sich über $CaO + (Mg, Fe)O$ vorhanden. Die Analysen von kalkarmen monoklinen Pyroxenen, die ich in der Literatur habe finden können, sind auf S. 6 u. 7 zusammengestellt.

In optischer Hinsicht bilden diese kalkarmen Pyroxene eine von den übrigen sich gut unterscheidende Gruppe. Zwischen den genannten extremen Analysen und den Analysen, welche der „Tschermak'schen Mischungsregel“ genügen, lassen sich die weniger extremen Analysen einreihen. Auch nach ihren optischen Eigenschaften gehören alle diese Pyroxene zu einer Übergangsreihe, ebenso wie die Aegirinaugite, obgleich sie bis jetzt ähnlich wie diese früher, nicht von den Augiten unterschieden worden sind.

Ich werde im Folgenden zuerst einen kurzen Überblick darüber, was von diesen Pyroxenen bis jetzt bekannt geworden ist, geben.

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	50,71	49,03	48,41	50,25	53,36	50,02
TiO_2	—	—	—	0,45	0,71	—
Al_2O_3	3,55	5,40	4,05	1,25	2,24	5,01
Fe_2O_3	—	—	2,38	5,80	1,51	15,01
FeO	15,30	15,57	15,08	17,40	12,03	—
MnO	0,81	0,22	0,37	—	—	Sp.
MgO	13,63	11,00	12,14	15,72	22,22	12,01
CaO	13,35	15,34	15,98	8,73	8,17	14,84
Na_2O	} 2,05	} 1,24	—	0,82	—	} 0,96
K_2O			—	0,47	—	
H_2O		0,81	1,19	—	—	0,76
S—a	100,00	99,33	99,58	100,95	100,84	99,01
Sp. G	—	3,30	3,33	3,448	3,30-3,38	—

	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a
SiO_2	50,25	48,78	48,40	49,24	49,22	50,10
TiO_2	—	—	—	0,33	0,49	—
Al_2O_3	2,00	3,19	2,38	0,72	1,22	3,31
Fe_2O_3	—	—	0,88	2,16	0,52	—
FeO	12,03	12,91	12,59	14,20	9,72	11,72
MnO	0,08	0,18	0,31	—	—	—
MgO	20,20	17,41	18,23	23.11	30,70	18,01
CaO	14,18	16,34	17,15	9,17	8,07	15,92
Na_2O	—	} 1,19	—	0,78	—	} 0,94
K_2O	—		—	0,29	—	
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

1. Pyroxen aus Hunnediabas von West Rock. New Haven. Conn. U. S. A. G. W. Hawes. Am. J. Sc. 1875. S. 187.
2. „ „ mittelkörnigem Hunnediabas des Great Whin Sill. Couldron Snout. N. England. J. H. Teall. Q. J. G. S. 1884. S. 648.
3. „ „ grobkörnigem Diabas des Great Whin Sill. Tyne Head. N. England. J. H. Teall. Ibid.
4. „ „ Hunnediabas von Halleberg. Schweden. (Gemenge zweier Pyroxene) A. v. Merian. N. J. Beil. B. III. 1885. S. 289.
5. „ „ Diabas von Richmond. Cap. Col. S. Afrika. anal. v. J. Götz. E. Cohen. N. J. Beil. B. V. 1887. S. 235.
6. „ „ Kongadiabas („Augitdiorit“) von Seven Pagodas. District Chingelput. Madras. Indien. Th. Holland. Q. J. G. S. 53. 1897. S. 407.
7. „ „ Kongadiabas N. W. von Mölle, Kullen. Schonen, Schweden A. Hennig. Lunds Univ. Årsskr. XXXV. 2. 1899. N:o 5. S. 6.

7	8	9	10	11	12	13	14
47,36	47,72	48,54	50,21	53,53	51,37	53,26	55,51
—	—	—	—	—	—	—	—
10,50	3,44	5,50	3,24	3,12	3,71	4,01	—
19,11	5,93	2,77	—	5,09	2,85	3,42	—
—	18,34	21,25	17,40	13,54	10,66	14,07	22,89
—	—	—	—	—	0,78	Sp.	—
11,90	12,89	7,67	14,05	18,77	19,53	14,65	13,97
12,26	11,40	10,94	13,92	6,19	10,58	10,15	7,63
—	0,86	} 3,10	—	0,57	—	—	—
—	0,37		—	0,20	—	—	—
0,45	—	0,82	—	—	—	—	—
101,58	100,95	100,82	98,82	101,01	99,48	99,56	100,00
—	—	—	—	3,31	—	—	—

7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	12 a	13 a	14 a
47,91	47,80	50,08	48,85	51,48	49,02	52,50	53,53
—	—	—	—	—	—	—	—
6,26	2,02	3,44	1,86	1,76	2,08	2,32	—
—	2,23	1,07	—	1,83	1,02	1,25	—
14,46	15,31	18,28	14,12	10,84	8,48	11,58	18,39
—	—	—	—	—	0,63	—	—
18,05	19,35	11,91	20,62	27,06	27,95	21,64	20,20
14,46	12,23	12,12	14,55	6,38	10,82	10,71	7,88
—	0,83	} 3,10	—	0,53	—	—	—
—	0,23		—	0,12	—	—	—
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

8. Pyroxen aus mittelkörnigem Diabas. Steinbruch N:o 2. Rocky Hill. N. J. U. S. A. A. H. Phillips. Am. J. Sc. 1899. II. S. 267.

9. " " grobkörnigem Diabas. Steinbruch N:o 3. Rocky Hill. New Jersey. U. S. A. A. H. Phillips. Ibid.

10. " " Basalt („Diallagandesit") Kolter, Färöer. A. Osann. N. J. 1884. I. S. 48.

11. " " Gabbro. Hexriver bei Rustenburg. Transvaal. S. Afrika. P. Dahms. N. J. Beil. B. VII. 1891. S. 95.

12. " " Pyroxenandesit. Spitze von Mariveles. Luzon. Philippinen. K. Oebbeke. N. J. Beil. B. I. 1881. S. 473.

13. " " Pyroxenadesit. Ihama. Prov. Izu. Japan. B. Koto. Ref. N. J. 1887. I. S. 285.

14. " " Pyroxen-Hornblendeandesit. Hacienda Zechzech, Ecuador. J. Siemiradzki. N. J. Beil. B. IV. 1886. S. 209.

1 a—14 a. Molekularzusammensetzung in Prozenten der Analysen 1—14.

In seiner Arbeit über die wichtigeren Diabas- und Gabbroarten Schwedens beschreibt Törnebohm [1]) zuerst aus dem Diabas von Hunne- und Halleberg einen farblos durchsichtigen, in schlanken Säulen ausgebildeten, und auch durch seine charakteristischen Verwitterungerscheinungen sich auszeichnenden monoklinen Pyroxen, den er als dem Salit ähnlich zusammengesetzt hält, weshalb er sowohl das Mineral „Salit“ wie auch das denselben enthaltende Gestein „Salitdiabas“ nennt. Dieser Pyroxen ist dann später aus einer Reihe von Diabasen den sogen. Salit- oder Hunnediabasen beschrieben worden.

Eine Analyse des Pyroxens dieser „Salit“- oder „Hunnediabase“ ist zuerst von Hawes veröffentlicht worden (An. 1 auf Seite 6). Genauer untersucht wurden diese Pyroxene aber erst später, namentlich von Osann, Teall und Hovey. Von besonderer Bedeutung für die Kenntnis derselben ist die Untersuchung von Hovey durch welche es festgestellt wurde, dass die sogenannten „Salite“ dieser Diabase einen nur ganz kleinen optischen Axenwinkel besitzen und demnach weder zu den Diopsiden noch zu den basaltischen Augiten gehören. [2])

Im Jahre 1881 hat Oebbeke in einer petrographischen Arbeit über die Gesteine der Philippinen und Palau Inseln [3]) ausführlich einen Pyroxen aus einem Andesit von der Spitze Mariveles auf Luzon beschrieben, der sich durch seinen, an den der rhombischen Pyroxene erinnernden Pleochroismus auszeichnet. Dass dieser Pyroxen monoklin ist, hat Oebbeke in der Art zu zeigen gesucht, dass er die pleochroitischen Mineralsplitter unter das Mikroskope um ihre Hauptaxe drehte. An allen untersuchten Krystallen konnte er eine schiefe Auslöschung auf den verschiedenen Flächen der Prismenzone konstatieren, natürlich das Ortopinakoid ausgenommen, an dem auch der Pleochroismus am intensivsten ist. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass zur Zeit als Oebbeke diese Untersuchung ausführte, Hypersthenandesite überhaupt noch kaum bekannt waren, und auch Cross glaubte bei dem von ihm zwei Jahre später von

[1]) E. A. Törnebohm. Om Sveriges viktigare diabas- och gabbro-arter. S. 22—25. Svenska Vet. Akad. Handl. XV N:o 13.

[2]) E. O. Hovey. T. M. P. M. XIII. (1893) S. 213.

[3]) K. Oebbeke. N. J. Beil. B. I (1881) S. 451.

Buffalo Peaks in Colorado beschriebenen Hypersthenandesit eine schiefe Auslöschung am Hypersthen konstatiert zu haben und hielt das Mineral anfangs sogar für einen triklinen Pyroxen.[1]) Wie aus der Analyse des Pyroxens (N:o 12 Seite 7) hervorgeht, ähnelt derselbe der chemischen Zusammensetzung nach recht stark einem Bronzit.

Einige Jahre später beschrieb Osann einen Pyroxen aus einem Basalt („Diallag-andesit") von Kolter, Färöer.[2]) Dieser Pyroxen zeigte durch seine „Streifung" quer zur Längsrichtung grosse Ähnlichkeit mit demjenigen, welcher zusammen mit dem sogen. „Salit"in den Diabasen des Connecticut-Sandstein-Diabasgebietes vorkommt. Osann konnte an Spaltstücken nach 100 und der der erwähnten Querstreifung entsprechenden Fläche, am Reflexionsgoniometer den Winkel zwischen diesen beiden Flächen messen und fand ihn gleich dem stumpfen Winkel β bei Augit und konnte hierdurch feststellen, dass die Streifung parallel der Basis verläuft. Derselbe Augit liess in Schliffen des Diabases von Jersey City deutlich sehr feine Zwillingslamellen erkennen, welche oP (001) zu entsprechen schienen und Ursache der Teilbarkeit sind. Die Analyse des Pyroxens von Kolter (N:o 10 auf Seite 7) ist fast identisch mit derjenigen des Pyroxens aus einem Connecticut-Diabase (N:o 1. Seite 6), die von Hawes veröffentlicht worden war. Osann hebt besonders den hohen Eisengehalt dieser Pyroxene hervor, er berechnet die Zusammensetzung des Pyroxens zu:

$$2\,(\overset{II}{R}O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2)$$
$$50\,(\overset{II}{R}O\,SiO_2)$$

Im selben Jahr beschrieb dann J. H. Teall den Diabas des „Great Whinsill" in Nord-England.[3]) Dieser Diabas ist dem schwedischen „Hunnediabas" und den Connecticut-Diabasen sehr ähnlich. Stellenweise wird er grobkörnig und führt meistens

---

[1]) Whitman Cross. U. S. G. S. Bull. N:o 1. (1883.)

[2]) A. Osann. N. J. 1884. I. S. 45.

[3]) J. H. Teall. On the Chemical and Mikroskopical Characters of the Whin Sill. Q. J. G. S. 1884. S. 640.

primären Quarz (Mikropegmatit). Der herrschende Pyroxen zeigt genau dieselbe Streifung nach der Basis wie sie Osann aus dem Basalt von Kolter und den Connecticut-Diabasen beschrieb. Neben diesem tritt der farblose, leicht verwitternde, von Törnebohm für „Salit“ gehaltene Pyroxen, der für die Diabase des Hunnetypus so charakteristisch ist, und gelegentlich auch rhombischer Pyroxen in geringer Menge auf. Teall hebt hervor, dass die Streifung nach der Basis erst bei beginnender Verwitterung des Pyroxens zu beobachten und dass dieselbe folglich sekundären Ursprungs ist. Der eingehenden mikroskopischen Beschreibung werden von Teall zwei Analysen des Pyroxens beigegeben. N:o 2 Seite 6 entstammt einer mittelkörnigen an rhombischen Pyroxen freien, aber etwas „Salit“ führenden Varietät, N:o 3 Seite 6 einer sehr grobkörnigen Gesteinsvarietät. Zu der An. 3 wurde absolut reines Material verwendet, denn jedes Korn war einzeln unter dem Mikroskope ausgesucht worden. Für den Pyroxen wird die folgende Zusammensetzung aus der Analyse berechnet:

$$14\ Ca\ Fe\ Si_2\ O_6$$
$$5\ Ca\ Mg\ Si_2\ O_6$$
$$6\ Mg\ Mg\ Si_2\ O_6$$
$$3\ Mg\ Al_2\ Si\ O_6$$
$$1\ Mg\ Fe_2\ Si\ O_6$$

Intressant ist die Besprechung dieser Analyse seitens Teall.[1]) Er weist auf den hohen Gehalt an „Hedenbergit“-Silikat und auf den Überschuss von Magnesia über den Rest des Kalkes und der Sesquioxyde hin. „Dieser Überschuss macht die Annahme eines Silikats $Mg\ Si\ O_3$, der Symmetri wegen als $Mg\ MgSi_2\ O_6$ geschrieben, für notwendig. Was für einer Theorie über die Konstitution der Pyroxene wir uns auch anschliessen, scheinen wir zu dem Schlusse gezwungen zu werden, dass dieses als ein rhombisches Mineral, der Enstatit, bekannte Silikat in einem monoklinen Pyroxen enthalten ist.“ — — — „Die Frage die hierdurch entsteht, ist aus zwei Gründen von grossem Intresse: — erstens, weil sie für die allgemeinen Anschau-

[1]) loc. cit. S. 649.

ungen über den Isomorphismus von Belang ist; und zweitens, weil in anderen Spielarten des Whinsilldiabases ein rhombischer Pyroxen als akzessorischer Gemengteil vorkommt, und in einigen Fällen auch in Verwachsung mit dem monoklinen Mineral in der Art beobachtet werden kann, dass es als unzweifelhaft erscheint, dass seine Stellung durch die allgemeinen Gesetze des Kristallwachstums geregelt wurden. Wir wissen, dass die stärksten Vergrösserungsgläser es nicht ermöglichen, uns den Grenzen der Molekularstruktur zu nähern, und die Verwachsung zweier Minerale, die oft beobachtet wird, mag wohl zu so geringen Dimensionen herabsinken, dass sie nicht beobachtet werden kann; in der Tat haben wir in dieser Arbeit den Mikropegmatit von so grosser Feinheit werden sehen, dass in der demselben entsprechenden Substanz gar keine bestimmbare Struktur zu beobachten war, aber in welcher man alle Ursache hat, eine solche als wirklich vorhanden anzusehen. (Man vergleiche auch den Fall Perthit-Mikroperthit.) Wäre es möglich, dass das vorliegende Mineral eine submikroskopische Verwachsung von rhombischem und monoklinem Pyroxen wäre? Diese Idee ist einer Unterhaltung mit Prof. Rosenbusch entsprungen.“

Teall macht weiterhin darauf aufmerksam, dass die Pyroxene der Connecticut-Diabase und des Basaltgesteins von Kolter, die dieselbe Streifung nach der Basis wie der Whin-Sill Pyroxen zeigen, ganz dasselbe Verhältnis zwischen CaO, MgO und FeO aufweisen.

Auch von Merian gelangt bei der Untersuchung der Pyroxene aus dem Hunnediabas von Halleberg in Schweden zu ähnlichen Ergebnissen.[1]) Es gelang v. Merian nicht die beiden im Gestein vorhandenen Pyroxene (den „Salit“ und den bräunlichen Pyroxen) zu trennen, seine Analyse (N:o 4 auf Seite N:o 6) bezieht sich folglich auf ein Gemenge der beiden Pyroxene; in welchem Verhältnis ist schwer zu wissen. v. Merian gelangt bei der Berechnung der Analyse zu ähnlichen Resultaten wie Teall:

---

[1]) A. v. Merian. N. J. Beil. B. III (1885) S. 288.

$$13\ MgCaSi_2O_6 = 36\ \%$$
$$2\ Mg\overset{III}{Fe_2}SiO_6 = 5\tfrac{1}{2}\ „$$
$$2\ Na\overset{III}{Fe}Si_2O_6 = 5\tfrac{1}{2}\ „$$
$$1\ MgAl_2SiO_6 = 3\ „$$
$$\text{es bleiben}\ 10\ Fe_2Si_2O_6 = 28\ „$$
$$8\ Mg_2Si_2O_6 = 22\ „$$

„Sehr auffallend in der berechneten Augitanalyse ist das gegenseitige Mengenverhältnis, in dem die Basen Fe O, Mg O und Ca O auftreten. Es drückt sich dieses auch in der Berechnung durch den zurückbleibenden grossen Rest von 10 $Fe_2Si_2O_6$ und 8 $Mg_2Si_2O_6$ aus; man möchte darum versucht sein, in dem analysierten Augitpulver einen rhombischen Pyroxen zu vermuten." Dieses wird indessen durch die genaue, mikroskopische Untersuchung entschieden widerlegt. v. Merian ist geneigt die Ursache des niedrigen Kalk- und Aluminiumgehaltes des „braunen Pyroxens" in der Ausscheidung desselben nach der Krystallisation des basischen Plagioklases zu sehen. Er vergleicht die Analysen der Pyroxene aus dem Augitandesit von Mariveles, dem Diallagandesit von Kolter und dem Diabas von West Rock mit der des Diabases von Halleberg und hebt hervor, dass die Summe von Fe O und Mg O bei allen diesen Analysen bedeutend grösser als Ca O ist. Er schliesst seine Untersuchung über den Halleberg-Pyroxen mit den Worten ab, dass es weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben muss, den Nachweis zu liefern, ob der hohe Fe O- und Mg O- Gehalt neben kleinem Ca O- und Al_2O_3-Gehalt überhaupt eine charakteristische Eigentümlichkeit der „Augite" aus Gesteinen der Diabasfamilie bildet.

Dem Pyroxen aus dem Augitandesit von Mariveles Luzon sehr ähnliche pleochroitische Pyroxene haben Koto aus einem „Augitandesit" von Ihama, Prov. Izu, Japan (An. 13 auf Seite 7), und einige Jahre später Siemiradzki aus einem hornblendeführenden Augitandesit von Zechzech, Ecuador (An. 14 auf Seite 7) beschrieben und analysiert. Beide Analysen zeigen denselben niedrigen Kalkgehalt wie diejenige von Mariveles, der Eisenoxydulgehalt jener Pyroxene ist aber ein höherer und der Magnesiagehalt ein im selben Verhältnis niedrigerer.

Unter den zahlreichen südafrikanischen Diabasen, die Co-

hen beschrieben hat, findet sich einer von Richmond, Cap. Col., der einen besonders magnesiareichen Pyroxen führt (Analyse 5. Seite 6).[1]) Unter Zurechnung des Titansäuregehaltes zur Kieselsäure berechnet Cohen das folgende Mischungsverhältnis für die Pyroxensilikate:

$Mg\,O, Si\,O_2$	52,42 %.
$Fe\,O, Si\,O_2$.	23,15 „
$Ca\,O, Si\,O_2$	16,92 „
$Mg\,O, Al_2\,O_3, Si\,O_2$	4,42 „
$Mg\,O, Fe_2\,O_3, 4\,Si\,O_2$ . . .	4,15 „
	101,06 %.

Cohen äussert in Anschluss hieran: „Ein derartiges Vorwalten des Magnesiumsilicates dürfte bisher in keinem monoklinen Augit nachgewiesen sein, und dass lediglich ein solcher vorliegt, ergibt die mikroskopische Untersuchung auf das zweifelloseste."

Ein nach der Beschreibung zu urteilen sehr ähnlicher, aber in lichtgrünen und lichtroten Tönen pleochroitischer monokliner Pyroxen ist später von Dahms aus einem anderen der von Cohen aus Syd-Afrika mitgebrachten Gesteinen beschrieben worden.[2]) Dahms nennt den Pyroxen „Diallag", er kommt in einem „plagioklasreichen Gabbro" von Hexriwer, unweit Rustenburg vor (An. 11 Seite 7). Dahms bemerkt: „dass der Kalkgehalt der Analyse erheblich geringer und der Eisenoxydulgehalt erheblich höher, als in irgend einem anderen bisher analysierten Diallag, ja monoklinen Pyroxen überhaupt ist." Die Zusammensetzung des Minerals ist nach Dahms folgende:

$Mg\,O\,Si\,O_2$.	48,33 %.
$Fe\,O\,Si\,O_2$.	21,71 „
$Ca\,O\,Si\,O_2$.	12,76 „
$Mg\,O\,Fe_2\,O_3\,4\,Si\,O_2$ . . .	7,02 „
$Mg\,O\,Al_2\,O_3\,4\,Si\,O_2$. . . .	1,76 „
$Mg\,O\,Al_2\,O_3\,Si\,O_2$	4,41 „
$Na_2\,O\,Fe_2\,O_3\,4\,Si\,O_2$ . . .	4,01 „
	100,00 %.

[1]) E. Cohen. Geognostisch-petrographische Skizzen aus Süd-Afrika N. J. Beil. B. V (1887) S. 235.

[2]) P. Dahms. N. J. Beil. B. VII (1891) S. 90.

Zu derselben Gruppe von monoklinen Pyroxenen wie die vorgenannten gehören auch die von Holland [1]) (An. 6 S. 7) Hennig [2]) (An. 7 S. 7) und Phillips [3]) (An. 8 und 9 S. 7) aus Diabasen der Konga- und Hunne-Typen analysierten.

Wie schon vorher (Seite 8) kurz erwähnt, hat Howey den optischen Axenwinkel der sogen. Salite der Hunnediabase gemessen und gefunden, dass der Winkel $2E < 36^0$ ist, wogegen derselbe Winkel bei den monoklinen Pyroxenen der Diopsid-Hedenbergitreihe etwa 112° beträgt. Es ist folglich der „Salit" genannte monokline Pyroxen der Hunnediabase kein Salit. Da die Analysen von monoklinen Pyroxenen dieser Diabase, wie aus der obigen Zusammenstellung hervorgeht, sich durch einen relativ niedrigen Kalkgehalt anderen gesteinsbildenden monoklinen Pyroxenen gegenüber auszeichnen, liegt die Annahme auf der Hand, dass gerade der sogen. Salit sehr kalkarm ist und den niedrigen Kalkgehalt der Analysen des aus diesen Diabasen isolierten Pyroxengemengteils bedingt. In der vierten Auflage der „Mikroskopischen Physiographie" hat Rosenbusch diesen sogen. „Salit" unter den „diopsidischen Pyroxenen" angeführt und denselben *„Magnesiumdiopsid"* benannt. [4])

Bei einer petrographischen Untersuchung einiger Diabase von der Westküste des Onegasees fand ich, dass der monokline Pyroxen dieser Gesteine, die den Diabasen der Hunne- und Konga-Typen nahe stehen, in vielen Beziehungen dem aus den Hunnediabasen beschriebenen Pyroxen glich, dass aber hier nicht zwei verschiedene Pyroxene wie in den Hunnediabasen vorkamen, sondern dass der im parallelen Licht scheinbar einheitliche Pyroxen im konvergenten Licht, teils an verschiedenen Individuen, teils in verschiedenen Teilen eines und desselben Individuums, sehr grosse Unterschiede in der Grösse des optischen Axenwinkels zeigte. Die genauere Untersuchung lehrte, dass ein kontinuirliches Anwachsen des Axenwinkels von

---

[1]) Th. Holland. Q. J. G. S. 53. (1897) S. 405.

[2]) A. Hennig. Lunds Univ. Årsskrift. 35. afd. 2. N:o 5.

[3]) A. H. Phillips. Am. J. Sc. 1899. II S. 267.

[4]) H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie. Vierte Aufl. I, 2. S. 206.

den inneren Teilen des Kristalls, wo er nur ganz kleine Werte besitzt, zu den äusseren stattfindet, aber dass der Axenwinkel überhaupt einen niedrigeren Wert besitzt als den bei den monoklinen Pyroxenen gewöhnlichen. Dieses Verhalten in optischer Hinsicht fand ich dann auch bei einigen anderen quarzführenden Diabasen. Unter dem mir zu Gebote stehenden Vergleichsmaterial fand sich ein Handstück eines Diabases von Föglö, Ålands Inseln, dessen Pyroxen überhaupt nur sehr niedrige Axenwinkelwerte besitzt, und der sich folglich zu einer Isolierung dieses Pyroxens mit kleinem Axenwinkel eignete. Die Beschreibung dieses Gesteins und des darin enthaltenen Pyroxens findet sich in einer bald erscheinenden Schrift. Der Pyroxen ist optisch ausser durch seinen kleinen Axenwinkel auch noch durch einen, dem der rhombischen Pyroxene recht ähnlichen Pleochroismus ausgezeichnet. Ein solcher Pleochroismus tritt auch bei manchen monoklinen Pyroxenen der Andesite und Trachyte auf. Die drei Analysen solcher pleochroitischer Andesitpyroxene, die in dem Vorhergehenden angeführt wurden, zeigen auch mit der Analyse des Föglö Pyroxens grosse Ähnlichkeit.

Die Untersuchung der Pyroxene aus den Diabasen von Föglö und von der Westküste des Onegasees hat nun Licht über die Beziehungen zwischen den optischen und chemischen Eigenschaften der Pyroxene der Diabase geworfen, — anderseits aber auch über eine Gruppe von monoklinen Pyroxenen, über deren Beziehungen zu den anderen Pyroxenen bis jetzt überhaupt nur wenig bekannt gewesen ist. Sowohl die Analyse des Pyroxens aus dem „Svirdiabas", wie aus dem Föglöer Diabas besitzen einen bei gesteinsbildenden monoklinen Pyroxenen nicht früher beobachteten hohen Eisengehalt. Unter den in Dana's „System of Mineralagy" angeführten Pyroxenanalysen besitzen nur die „Hedenbergite" einen ähnlich hohen Eisengehalt, und unter diesen zeigt die Analyse des Pyroxens aus dem Meteorit von Shergotty einen niedrigeren Kalkgehalt als die eigentlichen Hedenbergite, und überhaupt eine sehr grosse Ähnlichkeit mit den beiden erwähnten Pyroxenen. Es ist also wahrscheinlich, dass der Pyroxen von Shergotty einen relativ kleinen Axenwinkel besitzt. Da ich keine Gelegenheit hatte die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, untersuchte ich statt dessen die monoklinen Pyroxene einiger anderer Meteorite und fand, dass diejenigen

der Steine von Stannern (Eu.) und Luotolaks (Ho.) sowie des Siderolith's von Crab Orchard (Grah.) fast einaxig sind. Der Pyroxen des Eukrits von Stannern ist sehr kalkarm und eisenreich, und es stehen die optischen und chemischen Eigenchaften desselben folglich vollkommen in Übereinstimmung mit denen des Pyroxens von Föglö. Die meisten Analysen in der Zusammenstellung der Analysen von meteorischen Augiten in Cohen's Meteoritenkunde zeigen einen ähnlich niedrigen Kalkgehalt, und es ist mehrfach, unter Anderen von Tschermak hervorgehoben worden, dass die „meteorischen Augite" sich von allen irdischen durch ihre Kalkarmut unterscheiden. Der Nachweis dass sie diesen niedrigen Kalkgehalt mit manchen Diabaspyroxenen gemeinsam haben und dass beide Arten in optischer Beziehung durch einen kleinen Axenwinkel eigentümlich sind, weist allen diesen Pyroxenen ihren besonderen Platz als eine selbständige Reihe innerhalb der Pyroxenfamilie an.

Da das Mineralienkabinett der Universität Helsingfors in den letzten Jahren eine ziemlich grosse Meteoritenkollektion im Tausch gegen die Meteorite von Bjurböle, Hvittis, und Marjalahti hat erwerben können, habe ich die Gelegenheit gehabt, die meisten der aus Meteoriten beschriebenen monoklinen Pyroxene zu untersuchen, und habe bei allen den untersuchten Eukriten, Howarditen und Siderolithen gefunden, dass der monokline Pyroxen fast einaxig ist, und dass, wo sich die Zusammensetzung des Minerals aus der Analyse berechnen lässt, dasselbe einen nur niedrigen Kalkgehalt aufweist. Da anderseits ein kleiner Axenwinkel nicht bei einem der kalkreicheren monoklinen Pyroxenen nachgewiesen worden ist, gelangt man auch bei den Meteoriten zu demselben Resultat wie bei den irdischen Gesteinen, nämlich dass der kleine Axenwinkel direkt oder indirekt durch den niedrigen Kalkgehalt bedingt wird. Anderseits zerfallen diese Meteoritpyroxene in zwei extrem zusammengesetzte Typen, nämlich in solche die sehr eisenreich sind und nur relativ wenig Magnesia führen, und solche die sehr magnesiareich sind und nur wenig Eisen führen. Beide Arten haben aber den niedrigen Kalkgehalt und kleinen Axenwinkel gemeinsam.

Nachdem die hier erwähnte Untersuchung schon zum grössten Teil abgeschlossen war, habe ich in der Meteoritenliteratur einige Angaben über einen bei dem monoklinen Pyroxen beo-

bachteten kleinen Axenwinkelwert gefunden; es sind jedoch einzelne Beobachtungen die in keiner Beziehung zu einander oder zu der chemischen Zusammensetzung der Pyroxene gebracht worden sind, und desshalb an und für sich nur wenig zum Verständnis der Natur dieser Pyroxene haben beitragen können.

Ich werde in dem Folgenden zuerst eine Beschreibung der monoklinen Pyroxene der Diabase der Hunne- und Konga-Typen sowie einiger anderer Gesteine geben und dann derjenigen der Meteorite. Da die mikroskopische Beschaffenheit mancher der hier besprochenen Meteoriten bis jetzt nur unvollständig beschrieben worden ist, habe ich einzelne Beobachtungen über die anderen Gemengteile, wo sie mir von Interesse zu sein schienen, beigefügt.

Die kalkarmen monoklinen Pyroxene der Diabase.

In der Einleitung wurden schon die meisten Analysen von Pyroxenen aus Diabasen angeführt. Es zeigen sämtliche diese Analysen einen niedrigeren Kalkgehalt als der der „basaltischen Augite". Ausser diesen Pyroxenen, die wohl gerade wegen ihrer abweichenden optischen Eigenschaften, der hellen Farbe und der „Streifung" nach der Basis, öfter analysiert worden sind als die anderen, habe ich in der Literatur nur drei Analysen von monoklinen Pyroxenen aus Diabasen gefunden. Der Pyroxen aus einem Diabas von Hempla bei Steben, Fichtelgebirge (An. N:o 17 S. 19), ist nach der Analyse zu urteilen, ein „Chromdiopsid", derjenige aus dem Diabas von Mägdesprung, Harz, (An. N:o 18 S. 19), ist ein ziemlich sesquioxydreicher „basaltischer Augit". Die Pyroxene der Olivindiabase gehören teils zu den „diopsidischen Augiten", teils sind es „basaltische Augite", die nach ihren optischen Eigenschaften ziemlich sicher zu den "Titanaugiten" gezählt werden dürfen. Hierher gehören z. B. die Augite der, wie es scheint, namentlich in Schweden und Finland sehr verbreiteten Olivindiabase des „Åsby"-Typus. Von diesen Pyroxenen ist nur eine ältere unvollständige Analyse (N:o 19)

vorchanden. Ich führe deshalb zum Vergleich eine Analyse eines Augits, aus einem der Zusammensetzung nach den Åsby-diabasen nahe stehenden Olivinbasalt von New Mexico U. S. A., an. (An. N:o 20). N:o 21 ist die Analyse eines Pyroxens aus dem „Hypersthendiabas" von Twins, Virginia U. S. A.

	17.	18.	19.	20.	21.	22.
SiO_2	49,43	48,04	50,18	47,06	49,33	52,16
TiO_2	—	—	—	1,82	—	—
Al_2O_3	3,53	8,43	—	7,77	9,15	3,00
Cr_2O_3	1,01	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	9,50	2,20	—	1,30	0,27	0,45
FeO	—	7,65	18,35	8,15	9,05	15,16
MnO	—	—	—	0,20	—	0,36
MgO	15,60	12,52	11,31	13,52	14,58	21,89
CaO	20,34	21,70	19,49	19,33	16,36	5,94
Na_2O	—	—	—	0,33	0,55	0,16
K_2O	—	—	—	0,11	0,19	0,04
H_2O	—	0,63	—	0,20	0,25	0,08
S:a	99,41	101,17	99,33	99,85	99,73	99,24
Sp. G.	—	—	—	—	3,105-3,29	3,356

17. Augit aus Diabas. Hempla bei Steben. Fichtelgebirge. cit. v. Rosenbusch, Elemente d. Gesteinelehre Seite 334.
18. „ „ „ Mägdesprung. Harz. cit. Ibid.
19. „ „ Olivindiabas des Åsby-Typus. Satakunta SW. Finland. F. J. Wiik. Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XI. (1869.) S. 32.
20. „ „ Olivinbasalt. Grant's, Mount Taylor Region. New Mexico U. S. A. An. v. Chatard. (mit. 0,06 P_2O_5) Clarke. Bull, U. S. G. S. N:o 228. S. 194.
21. „ „ Hypersthendiabas. Twins bei Rappidan. Virginia U. S. A. [Campbell & Brown, Bull. G. S. Am. II. S. 344-
22. Hypersthen aus Hypersthendiabas. Twins. Campbell & Brown. Ibid. 345.

Wie erwähnt, kommen die Pyroxene mit kleinem Axenwinkel nur in den Diabasen der „Hunne"- und "Konga"-Typen Törnebohms, oder in diesen sehr nahe stehenden Diabasen vor. Zwischen diesen beiden Diabas-Typen lässt sich eigentlich keine Grenze ziehen, so verschieden auch die extremenen Representanten der beiden Gruppen in struktureller Hinsicht sind. Der eigentliche

Kongadiabas ist ziemlich mikropegmatitreich, und führt nur einen Pyroxen, der meist parallel der Basis gestreift ist. Der Diabas von Hunne und Halleberg führt fast gar keinen Quarz und zwei Pyroxene. Indessen findet man Kongadiabase, die akzessorisch „Salit" führen, und die Hunnediabase von Rio Janeiro, Connecticut und Whinsill sind ziemlich mikropegmatitreich. Die verschiedenen Spielarten des „Great Whinsill" sind wohl übrigens teils typische Hunnediabase, teils Kongadiabase. Die älteren Untersuchungen über die Pyroxene dieser Diabase habe ich in dem vorigen Abschnitt referiert, ich werde nun hier im Folgenden meine Beobachtungen über dieselben wiedergeben.

Der Pyroxen des Diabases von Föglö, Ålands Inseln.

Einer unter Druck befindlichen petrographischen Beschreibung dieses Gesteins entnehme ich Folgendes über den Pyroxen desselben.

Der Diabas von Föglö tritt als ein mächtiger Gang auf, und zeichnet sich durch die Mannigfaltigkeit der innerhalb desselben Ganges auftretenden Gesteinstypen aus.[1]) Unter den Handstücken aus diesem Gange fand sich eines, welches ausschliesslich einen Pyroxen mit kleinem Axenwinkel führt, und aus welchem deshalb dieser Pyroxen in reinem Zustande isoliert werden konnte. Dieses Gestein ist auf frischen Bruchflächen ziemlich hell graublau. Auf älteren Bruchflächen nimmt es einen bedeutend dunkleren, ins Grünschwarze übergehenden Farbenton an. Es wird dieses wohl teilweise dadurch verursacht, dass der Pyroxen, welcher an und für sich ziemlich hell grünlichbraun ist, in Folge seines Reichtums an Eisenoxydul an der Oberfläche beim Liegen an der Luft oxydiert wird und hierdurch dunkel erscheint. Aber auch der Plagioklas wird bedeutend dunkler, wahrscheinlich auch durch die Oxydation einer in ihm in sehr geringer Menge in unbekannter Weise enthaltenen Eisenoxydulverbindung, die

---

[1]) B. Frosterus: Om en diabas i Föglö i den åländska skärgården. Geol. Fören. Förh. XV. (1893) S. 275.

wohl die blaugraue Farbe desselben bedingt. Der Diabas ist ein mittel bis feinkörniges Gestein von grosser Festigkeit.

Mikroskopisch erweisen sich Plagioklas und monokliner Pyroxen als die Hauptgemengteile des Gesteins; Magnetit, ein wenig dunkler Glimmer und Hornblende, sowie Quarz in mikropegmatitischer Verwachsung mit Feldspat sind die Übergemengteile. Als Umwandlungsprodukte treten hier und da auf Sprüngen chloritische Produkte auf, und auch die Hornblende ist wahrscheinlich zum grössten Teil sekundären Ursprungs. Die Struktur ist eine typisch ophitische: der Plagioklas tritt in geradlinig begrenzten, langen Säulen auf, und zwischen diesen liegen die dunklen Gemengteile eckig begrenzte Felder einnehmend. Als letztes Kristallisationsprodukt tritt ein kleinkörniges, granophyrstruirtes Quarz-Feldspatgemenge auf, jedoch in ziemlich geringer Menge.

Der monokline Pyroxen. In Dünnschliffen von gewöhnlicher Dicke ist der Pyroxen vollkommen farblos, in etwas dickeren Schliffen tritt jedoch ein deutlicher Pleochroismus auf. Dieser war mir anfangs entgangen, aber bei der Separation des Materials zur chemischen Analyse des Minerals beobachtete ich, dass die Mineralkörner unter dem Mikroskop einen, dem des Hypersthens sehr ähnlichen Pleochroismus besassen. Die Farbe in auffallendem Licht ist eine hell grünlichbraune.

Vor dem Lötrohr schmilzt der Pyroxen zu einer schwarzen, magnetischen Kugel.

Da der Pyroxen sich später als der Feldspat verfestigt hat, und die Struktur des Gesteins eine ophitische ist, entbehrt der Pyroxen im Gegensatz zu den langprismatischen, idiomorfen „Magnesiumdiopsiden“ der Hunnediabase, vollkommen einer eigenen Kristallbegrenzung. Die einheitlich orientierten Pyroxenfelder sind bis 3 $^1/_2$ mm gross, aber von den Feldspatleisten ganz und gar in kleine, eckige Teile zerschnitten. Die Spaltbarkeit nach dem Prisma tritt besonders in Querschnitten deutlich hervor. In Längsschnitten sind die Spaltrisse weiter von einander entfernt, und die Schnitte zeigen etwa ebensoviele unregelmässig verlaufende Sprünge wie Spaltlinien. Eine „Streifung“ nach der Basis ist bei diesem Pyroxen nicht entwickelt.

Die Lichtbrechung ist hoch, wie bei den Pyroxenen überhaupt. An dem, durch schwere Flüssigkeiten separierten Mine-

ralsplittern ermittelte ich nach dem Verfahren von Schroeder van der Kolk, für die Brechungsindices α und β die Werte

$$1{,}690 \text{ bis } 1{,}691$$

In den zu dieser Bestimmung benutzten Mineralsplittern trat die spitze Bisektrix fast senkrecht aus.

Die Doppelbrechung ist eine recht beträchtliche, doch scheint sie nicht so hoch zu sein wie bei den „basaltischen Augiten". In vielen Schnitten, senkrecht oder nahe zu senkrecht gegen die Symmetriebene ist sie eine sehr niedrige, und zuweilen sehen die Schnitte fast isotrop aus. In solchen Schnitten sieht man dann im konvergenten Licht das Axenbild eines einaxigen Minerals; es öffnen sich nämlich in manchen Schnitten die Hyperbeln nicht so viel, dass der Axenwinkel in einem dünnen Schliff gemessen werden könnte. Die Doppelbrechung wurde mit dem Babinet'schen Compensator bestimmt, wobei die Dicke des Mineralschnittes nach der selben Methode aus der Höhe der Interferenzfarbe der naheliegenden Quarzkörner, welche die höchsten Farben zeigten, bestimmt wurde:

$$\gamma - \alpha = 0{,}021 \qquad \beta - \alpha = 0{,}001$$

Es wären also die Hauptbrechungsindices des Minerals annähernd:

$$\alpha = 1{,}690$$
$$\beta = 1{,}691$$
$$\gamma = 1{,}711$$

Um bei der geringen Korngrösse des Gesteins den Axenwinkel sicherer bestimmen zu können, verfertigte ich $^{5-6}/_{100}$ mm dicke Schliffe, deren Oberflächen schwach poliert wurden. In mehreren Fällen zeigte es sich, dass der Axenwinkel in den äusseren Teilen des Mineraldurchschnittes grösser war als in den inneren. Der Winkel 2 E wurde mit Okularschraubenmikrometer gemessen und zur Kontrolle ausserdem in einigen Schnitten mit der „Klein'schen Lupe" und mit Camera lucida und drehbarem

Zeichentische. Unter a ist der innere Teil des Minerals, unter b der äussere Teil verstanden.

	I a.	I b.	II a.	II b.	III[1])
Mit Schraubenmikrometer-okular	2 E 26° 48′	34° 9′	27°	34° 58′	27° 56′
Mit der Klein'schen Lupe .	2 E 29 ½°	36°		36°	
Mit drehbahren Zeichentisch	2 E 31°	36 ½°			

Hiernach berägt der Winkel 2 E des monoklinen Pyroxens dieses Gesteins im Durchschnitt ca. 30°.[2]) Aus den Grenzwerten I a und II b und dem zu 1,691 ermittelten mittleren Brechungsindex des Minerals erhält man für den wircklichen Axenwinkel 2 V die Werte:

	I a.	II b.
2 V	15° 45′	20° 28′

Der optische Charakter ist positiv.

Die Dispersion der Bisektricen ist im Dünnschliffe nicht bemerkbar.

Am Axenbilde kann man zuweilen deutlich beobachten, dass die Dispersion eine geneigte ist, sie ist jedoch recht schwach.

Pleochroismus:	$\mathfrak{a}$	<	$\mathfrak{b}$	>	$\mathfrak{c}$
	gelblichgrün		bräunlichrosa		grünlichweiss

Die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ ist 44 ½°.

---

[1]) Die mit der Klein'schen Lupe und am Zeichenblatt ermittelten Werte sind durchweg höher als die mit dem Schraubenmikrometerokular erhaltenen, was offenbar damit zusammenhängt, dass in diesen beiden Fällen der Abstand zwischen den dunkelsten, zentralen Teilen der Axenbalken gemessen wurde, wogegen bei der Messung mit Schraubenmikrometer der innere Saum der Hyperbel eingestellt werden konnte. Auch konnten nicht ganz genau dieselben Stellen des Mineraldurchschnittes bei den verschiedenen Messungen eingestellt werden.

[2]) An einem Schnitte habe ich zwar beobachtet, dass der Axenwinkel noch mehr variiren kann und bis auf Null sinkt, und dass die Hyperbeln sich dann in der gegen der ursprünglichen Axenebene senkrechten Ebene ein wenig

Bei der Verwitterung geht der Pyroxen zuerst randlich in chloritische Produkte über, und diese dringen dann auf den Sprüngen und Spalten des Minerals ein. Die Erscheinung ist eine ganz ähnliche wie sie gewöhnlich bei den prismatischen Magnesiumdiopsiden der Hunnediabase beschrieben wird. Die „Streifung“ des Pyroxens parallel der Basis tritt in diesem Gestein nicht auf.

Die Separation von reinem Pyroxen in zu einer Analyse genügender Menge bot ziemlich grosse Schwierigkeit, denn erstens ist das Gestein recht feinkörnig und ophitisch struirt, und zweitens haben die meisten Körner eine beginnende Umvandlung in chloritische Produkte erlitten, und sind von Spalten und Sprüngen durchzogen, an denen sich diese angehäuft haben. Auch tritt die Hornblende an den Pyroxen angewachsen auf. Um ein möglichst reines Produkt zu erhalten, verfuhr ich in folgender Weise: Das ziemlich fein zerstossene und durch Schlämmen mit Wasser von dem feinsten Mineralstaub befreite Gesteinsmaterial wurde mittels Thoulet'scher Lösung vom Sp. G. ca. 3,0 in zwei Teile getrennt. Aus dem schwereren Anteil wurde dann der grösste Teil des Magnetits vermittels eines Magnets entfernt. Das so erhaltene Material wurde dann als eigentliches Ausgangsmaterial für die Separierung des Pyroxens benutzt. Zuerst wurde es auf einer Stahlplatte mit dem Hammer zerkleinert um inhomogene Körner und teilweise verwitterte Körner möglichst zu zerspalten, und hierauf wurden die feinsten Partickel wieder weggeschlämmt. Erst hierbei wurde das Mineralpulver auf so geringe Dimmensionen gebracht, wie es das Arbeiten mit den schweren Flüssigkeiten überhaupt gestattet. Das Pulver wurde nun mit unverdünntem Metylenjodid (vom Sp. Gew. ca. 3,32) separiert. Hierbei sank nur etwa die Hälfte, und es zeigte sich, dass der schwerere Anteil ganz hell grünbraun gefärbt war, der leichtere dunkel grünschwarz. Unter dem Mikro-

---

öffnen. Es ist offenbar dieselbe Erscheinung, die später bei den Pyroxenen aus dem Diabase von Richmond (S 39) und dem Eukrite von Juvinas (S. 84.) beschrieben werden soll. Nur sind die Dispersionserscheinungen in diesem Falle bedeutend schwächer, und wegen der Kleinheit des Schnittes konnte die maximale Grösse des Axenwinkels in den beiden verschiedenen Lagen nicht bestimmt werden.

skope erwies es sich, dass der leichtere Anteil hauptsächlich aus verwittertem Pyroxen, Hornblende und ein wenig Feldspalt bestand, der schwerere, helle dagegen aus recht reinem Pyroxen. Demselben waren nur einzelne Glimmerblätter und Magnetitkörner beigemengt, und da die letzten Anteile des Titanomagnetits sich, wie ich beobachtete, nicht gut mit dem Magneten entfernen liessen, wurde diese ganze schwerere Portion mit reinem Barium-Quecksilberjodid behandelt. In dieser ca. 3,5 schweren Flüssigkeit schwamm der grösste Teil des Mineralpulvers; nur ein ganz geringer, aus Magnetit und Verwachsungen von Magnetit und Pyroxen bestehender Anteil sank.

In der angegebenen Weise erhielt ich, nach wiederholter Separation, im Ganzen etwas über 3 gr.

Das specifische Gewicht des Mineralpulvers betrug im Pyknometer bei 18° C gemessen 3,42.

Die Analyse ergab die folgenden Werte:

	15	15 a	15 b	15 c
SiO_2	51,30	51,30	49,80	49,40
TiO_2	0,72	0,72	0,53	0,52
Al_2O_3	2,36	2,36	1,34	1,33
Fe_2O_3	2,22	—	0,81	—
FeO	18,83	20,83	15,23	16,71
NiO	0,05	0,05	0,04	0,04
MnO	0,57	0,57	0,47	0,47
MgO	16,56	16,56	24,11	23,92
CaO	6,96	6,96	7,24	7,18
Na_2O	0,21	0,21	0,20	0,20
K_2O	0,37	0,37	0,23	0,23
H_2O[1]	1,00	1,00	—	—
S:ma	101,15 %		100,00 %	100,00 %
Sp. G..	3,42.			

15. Analyse des Pyroxens aus dem Diabase von Källsholm, Föglö.

[1]) Totale H_2O Menge des lufttrocknen Pulvers nach der Methode von Pennfield bestimmt. Zur Bestimmung des unter 110° entweichenden (hygroskopischen) Wassers reichte die Substanzmenge nicht aus.

15 a. Die gesamte Fe-Menge als Fe O berechnet.
15 b. An. 15 auf Molekularprozent und 100 unter Abzug von H_2O berechnet.
15 c. 15 a. ebenso berechnet.

Der Eisenoxydulgehalt wurde wegen der hohen Bedeutung den derselbe bei diesem Pyroxen besitzt doppelt bestimmt, und der totale Eisengehalt in derselben Portion titriert.

Fe O: 18,81 %, 18,85 %. Fe_2O_3: 23,17 %, 23,24 %, 22,92 %.

Die Analysen wurden ganz und gar nach der von Hillebrand in U. S. G. S. Bull. 176. angegebenen Methode ausgeführt. Chrom konnte in einer 2 grs. Portion des Diabases nicht nachgewiesen werden, weshalb der Pyroxen als chromfrei angesehen werden darf.

Diese Analyse ist die erste eines monoklinen Pyroxens mit so kleinem optischen Axenwinkel, die an sicher einheitlichem und reinem Material ausgeführt worden ist. Chemisch zeichnet sich derselbe hiernach durch seinen sehr geringen Kalkgehalt und ungewöhnlich hohen Eisengehalt neben hohen Magnesiagehalt aus, und es werden die Schlüsse, die man eventuell aus der Analyse von v. Merian des Gemenges der beiden Halleberg Pyroxene (N:o 4. S. 6.) über die Zusammensetzung des „Salit's" ziehen kann, vollkommen bestätigt. Auch wird es durch diese Analyse sehr wahrscheinlich, dass der von Cohen aus dem Diabase von Richmond, S. Afrika, beschriebene Pyroxen (An. n:o 5. S. 6.) zu den Pyroxenen mit kleinem Axenwinkel gehört. Dass dieses in der Tat der Fall ist, soll später gezeigt werden.

Ausser diesem Gestein kommt auf Källsholm ein grobkörniger, fast granitisch struiter Diabas vor,[1] der bedeutend quarz- (mikropegmatit-)reicher ist und dem Quarzdiabase von Schtscheliki (vergleich d. Beschreibung auf S. 29.) sehr ähnlich ist. Der Pyroxen des Gesteins ist idiomorph und in säulenförmigen Kristallen ausgebildet. Die Quer- und Längsflächen sind gross, die Prismenflächen klein. Die Säulen sind nach der *b*-Axe abgeplattet.

[1]) B. Frosterus: Geol. Fören. Förh. XV. (1893.) S. 276.

Die Farbe ist im durchfallenden Licht eine sehr schwach gelblichbraune. Pleochroismus ist nicht wahrzunehmen.

Dieser Pyroxen zeigt die in der einleitenden Übersicht mehrmals erwähnte „Streifung" nach der Basis sehr gut ausgebildet. In dem noch ziemlich unveränderten Pyroxen beobachtet man ausser der Spaltbarkeit nach dem Prisma eine solche nach der Basis, aber keine feine Streifung des Minerals. Bei Beginn der Umwandlung tritt eine feine Reifung auf, die in Schnitten senkrecht zur Symmetriebene, senkrecht gegen die prismatische Spaltbarkeit und der Längsrichtung der Kristalle verläuft. In beiläufig nach der Längsfläche orientierten Schnitten schneidet sie dagegen die prismatische Spaltbarkeit unter demselben Winkel, wie es die Spaltrisse nach der Basis tun. Sehr oft besteht das Mineral ausserdem aus zwei nach der Querfläche in gewöhnlicher Weise verzwillingten Hälften; es ist das hierdurch entstehende Gebilde sehr federfahnenähnlich Fig. 1.). Zuweilen verläuft die Streifung quer über den ganzen Kristall, zuweilen beginnt sie am Rande des Kristalls und hört ganz allmählich auf, und zuweilen endigt sie scharf gegen eine Spalte nach dem Prisma. Oft kommen auch kleinere gestreifte Partien innerhalb des sonst einheitlichen Pyroxens vor, diese sind dann gewöhnich von Spalten begrenzt.

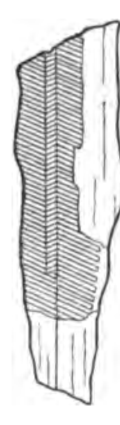


Fig. 1.

Es geht aus dem oben Erwähnten hervor, dass diese „Streifung" nach der Basis im Pyroxen dieses Fundortes sicher erst sekundär entsteht.

Die Natur des Umwandlungsproduktes habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können. In den Zwischenstadien der Umwandlung findet man aber bei sehr starker Vergrösserung dass die Undurchsichtigkeit des gestreiften Gebildes dadurch entsteht, dass sich an den Spaltrissen nach der Basis winzige serpentinähnliche Blätter und Erzkörner in grosser Menge anhäufen. Die zwischen den Spalten liegenden sehr schmalen leistenförmigen Partien sind dagegen einheitlich, löschen aber abwechselnd verschieden aus, in der Art, dass jede zweite Lamelle dieselbe Ori-

entierung besitzt, also wie bei einem polysyntetischen Zwilling. Die Substanz der beiden Lamellensysteme scheint jedoch nicht dieselbe zu sein, denn in Schnitten, die nahe parallel dem Klinopinakoid verlaufen, zeigt das eine System die grosse Auslöschungschiefe der monoklinen Pyroxene und ebenso hohe Interferenzfarben wie der Pyroxen des Gesteins überhaupt, das andere System löscht dagegen fast gerade aus und besitzt eine nur niedrige Doppelbrechung. Ausserdem habe ich beobachtet, dass die schwach doppelbrechenden Lamellen nicht bis zum Rande des gestreiften Gebildes reichen, sondern mit runden Enden in einer geringen Entfernung vom Rande endigen, so dass die stärker doppelbrechenden Lamellen wie kammartig zwischen ihnen eingreifen und am Rande mit einander zusammenhängen (vergl. rechts unten in Fig. 1). Ich bin zu der Auffassung gelangt, dass die stärker doppelbrechenden Lamellen monokliner Pyroxen die schwächer doppelbrechenden dagegen von rhombischer Natur sind, (vielleicht „Bastit“ oder rhombischer Amfibol). Es würden also nach dieser Auffassung die „gestreiften“ Partien innerhalb der Pyroxene eine Art „Perthit“ oder „Mikroperthit“ darstellen, falls diese Ausdrücke auch auf andere heterogene lamelläre Gebilde als die der monoklinen — triklinen Feldspäte ausgedehnt werden dürfen.

Die nach der Basis gestreiften Gebilde werden oft von einer dünnen, zu dem übrigen Teil in Zwillingstellung nach dem Orthopinakoid stehenden Lamelle durchzogen. Die beiden einander durchkreuzenden Lamellensysteme durchsetzen einander ganz ununterbrochen, nur sind die Lamellen nach der Basis dadurch wie geknickt, dass sie innerhalb der schmalen Lamelle nach dem Ortopinakoid einen anderen Verlauf besitzen. Da diese Lamelle zuweilen am Rande des gestreiften Gebildes aufhört und nicht den ganzen Pyroxen durchsetzt, muss sie gleichzeitig mit der Streifung nach der Basis entstanden sein.

Der Axenwinkel des nicht umgewandelten Pyroxens ist in verschiedenen Schnitten sehr verschieden. So kleine Winkel wie bei dem zuerst beschriebenen Gestein von demselben Fundort trifft man nur selten, im allgemeinen dürften sie mittelhoch sein, aber nicht über etwa 80° hinaus gehen.

Die Pyroxene der Diabase von der Westküste des Onegasees.

Am oberen Laufe des Svirflusses und nördlich von hier an der Westküste des Onegasees, kommt innerhalb eines ziemlich grossen Verbreitungsgebietes ein Diabas vor, der an den verschiedenen Vorkomnissen ein auffallend konstantes Aussehen besitzt.[1]) Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich im Folgenden das Gestein nach seiner geographischen Verbreitung „Svirdiabas“ nennen. Alle die hohen Bergrücken an der SW-Küste des Onegasees bestehen aus diesem Diabas. Oft sieht man ihn fast horizontal liegende Sandsteine und Tonschiefer von wahrscheinlich „jotnischem“ Alter überlagern. Ursprünglich hat der Diabas wohl ein in den sedimentären Gesteinen eingedrungenes mächtiges Intrusivlager gebildet, das dann wahrscheinlich von nahe derselben Grösse wie das Whinsill Diabaslager in Nord-England gewesen ist.

Petrographisch ist der Svirdiabas seiner Hauptmasse nach in den verschiedenen Teilen des Gebietes von sehr gleichartiger Beschaffenheit. Es ist ein ziemlich feinkörniges, hartes, sehr frisches, dunkel graues Gestein. Als Kontaktmodifikation desselben tritt ein feinkörniger bis makroskopisch dichter, meistens ein bischen zersezter, grünschwarzer Diabas auf. Ausser diesen beiden Strukturmodifikationen des Diabases kommt an manchen Stellen innerhalb der Diabasmassive ein im Verhältnis zum Hauptgestein recht grobkörniges, meist durch beginnende Verwitterung braungefärbtes Gestein vor, das sich hauptsächlich durch seinen Quarz- (Mikropegmatit-) reichtum und eine hierdurch bedingte andere Struktur von dem Hauptgestein unterscheidet. Ich halte dieses Gestein für eine Art saurere Schlierenbildung im Diabasmagma. Der Svirdiabas erweist sich mikroskopisch als vollkommen frisch und frei von jeglicher Druckeinwirkung. Die Hauptgemengteile sind Plagioklas, monokliner Pyroxen und Titanomagnetit, die Nebengemengteile Hornblende, dunkler Glimmer, Quarz in mikropegmatitischer Verwachsung mit Feldspat, Apatit und Pyrit. Olivin oder dessen Umwandlungsprodukte kommen nicht vor. Auch die sonst ge-

[1]) W. Ramsay. Fennia. XXII. N:o 7. (1906.) S. 9.

wöhnlichen Umwandlungsprodukte der Diabasminerale fehlen fast vollständig.

Die Struktur des Hauptgesteins ist dadurch eigentümlich, dass die dunklen Gemengteile für sich in unregelmässigen Anhäufungen vorkommen und die Feldspäte sich ebenso in den Zwischenräumen angesammelt haben. Man bekommt am leichtesten eine Vorstellung dieser Struktur, wenn man sich ein mittelkörniges, hypidiomorphkörniges Gestein denkt, in dem jedes Korn aber aus vielen ganz unregelmässig begrenzten und verschieden orientierten Körnern besteht (Fig. 2.). Gewissermassen nähert sich diese Struktur der panidiomorphkörnigen. Die im gewöhnlichen Licht vollkommen einheitlich erscheinenden Pyroxenfelder zerfallen zwischen + Nic. betrachtet in eine Menge kleiner, ganz unregelmässig gestalteter Körner. Es erinnert dieses, wie Lawson bei einigen ähnlichen Diabasen des Rainy Lake Distriktes bemerkt hat, sehr an die in den Meteoriten vorkommenden „polysomatischen“ Strukturen.[1]) Auch die zwischenliegenden Feldspatfelder bestehen aus einer Menge verschieden orientierter Plagioklase. Diese sind aber nicht wie die Pyroxenkörner ganz unregelmässig gestaltet, sondern nach der a-Axe säulenförmig. Die Begrenzungslinien sind indessen auch bei den Plagioklasleisten ganz unregelmässig, und zeigen ebenso wie die Grössenverhältnisse und Anordnung derselben, dass die Kristallisation der verschiedenen Körner innerhalb eines sol-



Fig. 2. Parti aus einem Dünnschliff des Diabases aus dem grossen Bergrücken bei Schtscheliki. Der grosse „polysomatische“ Pyroxenkomplex ist weiss. Die Grenzen der einzelnen kleinen Körner innerhalb desselben sind durch feine Linien bezeichnet. Die Feldspatfelder sind schraffiert, die einzelnen Plagioklasleisten innerhalb derselben und die kleinen zwischenliegenden Mikropegmatitpartien sind nicht dargestellt. Die Hornblendekörner sind punktiert. Der Magnetit ist schwarz.

[1]) A. C. Lawson. American Geologist. VII. (1891.) s. 153.

chen „Feldes", wie auch innerhalb der „polysomatischen„ Pyroxenfelder, eine etwa gleichzeitige gewesen sein muss. In den Zwickeln zwischen den Feldspatkörnern tritt dann Quarz und Feldspat in mikropegmatitischer Verwachsung als letztes Kristallisationsprodukt sparsam auf. Bei den erwähnten grobkörnigeren Gesteinspartien wird der Mikropegmatit zu einem wesentlichen Gemengteil und bildet gewissermassen eine Art Grundmasse, in der die anderen Gemengteile dann als grössere einheitliche, meist idiomorph ausgebildete Körner eingebettet liegen.

Die Pyroxene der Svirdiabase. Aus der obigen Beschreibung der Struktur der Gesteine ergiebt sich, dass die Pyroxene des Hauptgesteins keine kristallographische Begrenzung besitzen. Die Spaltbarkeit nach dem Prisma ist vorhanden, aber verhältnismässig undeutlich ausgebildet. Bei dem grobkörnigen Quarzdiabase kommt der Pyroxen in meist 3 bis 4 mm langen, säulenförmigen Individuen vor, die aber zuweilen eine Länge von über 1 $^{1}/_{2}$ cm erreichen. Fast immer werden sie von einer Zone von grünbrauner Hornblende umgeben, so dass sie nicht eine eigene kristallographische Begrenzung besitzen. In vielen Fällen ist aber diese Hornblendezone sehr dünn und verläuft nicht kontinuirlich um den ganzen Pyroxenkristall herum. Es wird dann der Pyroxen von den Flächen 100, 010, 001 und 110 begrenzt. Die nach der c -Axe säulenförmigen Kristalle sind stark nach 100 abgeplattet, und in Querschnitten sieht man, dass das Grundprisma nur als schmale Abstumpfung der Kante 100: 010 entwickelt ist. Eine einfache Zwillingsbildung nach 100 ist recht häufig. Auch einzelne Körner innerhalb eines „polysomatischen" Pyroxenkomplexes in dem feinkörnigeren Hauptgestein des Gebietes sind zuweilen Zwillinge. Ausser der Spaltbarkeit nach dem Prisma kommt eine feinere solche nach der Basis vor, die jedoch erst bei beginnender Umwandlung des Minerals deutlich hervortritt. Diese Spaltlinien sind ganz geradlinig und liegen dicht aneinander. Bei weiter fortschreitender Umwandlung entwickelt sich aus der Spaltbarkeit eine Art Streifung nach der Basis, ganz ähnlich derjenigen bei dem Pyroxen aus dem grobkörnigen Diabas von Föglö (Seite 27) beschriebenen. Bei noch stärkerer Umwandlung (nur bei einzelnen der grobkörnigen Quarzdiabase beobachtet) geht dann der ganze Pyroxen in eine

graubraune, nach der Basis des ursprünglichen Minerals gestreifte, undurchsichtige Masse über. Bei dem Vorkommen von Kaljaschki am N. Svirufer tritt als letztes Verwitterungsprodukt eine lebhaft klargrüne, stark lichtbrechende, aber swach doppelbrechende Substanz („Smaragdit“?) auf.

Der Pyroxen enthält oft zahlreiche kleine stabförmige, schwarze Einschlüsse. Sie gehören zu zwei verschiedenen Systemen und sind alle entweder der Klinoaxe oder der Vertikalaxe genau parallel gelagert. Zuweilen ist der Pyroxen fast ganz frei von diesen Einschlüssen, zuweilen häufen sie sich lokal stark an. Besonders in einem Handstücke aus der Nähe des Dorfes Gimräka sind sie sehr verbreitet. Die Länge der Stäbe beträgt nur 5 bis 8 tausendstel mm; sie sind ganz undurchsichtig. Ob sie einer Eisen- oder möglicherweise Titanverbindung angehören, ist nicht möglich zu entscheiden.

Die Farbe der Pyroxene ist im auffallenden Licht schwarz. Unter dem Mikroskop sind sie hell bräunlich rosa, meist so schwach, dass sie in dünnen Schnitten beinahe farblos erscheinen. In einem grobkörnigen, quarzführenden Diabas von Schtscheliki sind sie wohl am dunkelsten, und hier ist auch ein ganz schwacher Pleochroismus in gelblichen und rötlichen Tönen, in dickeren Schliffen bemerkbar. In dem grössten Teil der Diabase ist jedoch die Färbung sehr schwach und der Pleochroismus so gering, dass man die einzelnen verschieden orientierten Körner innerhalb der polysomatischen Komplexe nicht durch ihre Farbe im parallelen polarisierten Licht von einander unterscheiden kann. In dem grobkörnigen Quarzdiabas ist oft der innere ITeil des Pyroxens von bedeutend hellerer Farbe als der äussere. manchen Fällen sieht dieser fast farblose innere Teil aus wie der Rest eines resorbierten helleren Pyroxens, er geht aber ganz unmerklich in die äussere dunklere Zone über, und ist wahrscheinlich deshalb nur als innerer Teil eines zonar gebauten Kristalls zu betrachten. Sanduhrstrukturen habe ich nicht beobachtet.

Was die optischen Eigenschaften des Pyroxens betrifft, so ist der innerhalb weiter Grenzen schwankende Wert des Axenwinkels vor allem auffallend. In dem feinkörnigeren Diabase trifft man innerhalb der polysomatischen Komplexe Körner, in denen sich die Hyperbeln fast gar nicht öffnen und solche mit

ziemlich grossem scheinbaren Axenwinkel (2 E bis zu ca. 75 %). Zwischen diesen Extremen scheint der Axenwinkelwert überhaupt zu liegen. Eine Vorstellung über den durchschnittlichen Wert des Axenwinkels des Pyroxens eines dieser Gesteine kann man natürlich nur durch die Untersuchung einer grösseren Anzahl von Pyroxendurchschnitten erhalten, und dieses wird gerade durch die „polysomatische" Struktur, die eine sehr grosse Anzahl verschieden orientierter kleiner Körner bedingt, möglich. Durch eine solche Durchmusterung habe ich die Auffassung erhalten, dass die durchschnittliche Grösse des Axenwinkels an verschieden Fundorten des Diabases ein wenig verschieden ist, und dass die Grösse des Axenwinkels in derjenigen Beziehung zur Farbe des Pyroxens steht, dass an denjenigen Fundorten, wo der Pyroxen eine dunklere Farbe besitzt, der Axenwinkel auch grösser ist. In Übereinstimmung hiermit steht das Verhalten in dieser Beziehung der Pyroxene aus dem grobkörnigen Quarzdiabase. Wo dieselben eine fast farblose Kernpartie haben, ist diese beinahe einaxig. Wenn man einen solchen Schnitt mit dem Kreuzschlittentisch bewegt, kann man verfolgen wie der Axenwinkel mit der Annäherung an die äusseren Teile des Minerai-durchschnittes immer grösser wird. Nach den Messungen, die ich habe machen können, scheint er aber in den äusseren Teilen innerhalb desselben Dünnschliffes von recht übereinstimmender Grösse, 2 E = 65° — 75° zu sein. I den Durchschnitten, die den fast einaxigen Kernteil nicht besitzen, hat der innere Teil jedoch auch, soweit ich habe beobachten können, einen kleineren Axenwinkel als der äussere Teil, es kommen zum Beispiel Unterschiede von 40°—50° für den inneren Teil, bis zu 75° für den äusseren vor. Diese Schwankungen in der Grösse des Axenwinkels zeigen, dass der Pyroxen dieses Diabases keine einheitliche Mineralspecies mit konstanten Eigenschaften ist, sondern einer Mischungsreihe angehört, bei der die Unterschiede in der Grösse des optischen Axenwinkels sehr gross sein können.

Bedeutend schwieriger als diese ungefährliche Schätzung der Grösse des Axenwinkels bei einer grossen Anzahl von Pyroxendurchschnitten, eine Schätzung, die bei den grossen hier vorhandenen Unterschieden vollkommen für die Klarlegung der oben besprochenen Beziehungen genügt, ist die Messung

derselben. Sie lässt sich natürlich überhaupt nur in einzelnen Fällen durchführen.

Ich habe eine Serie Messungen an Dünnschliffen eines und desselben Handstückes von folgenden Fundorten des Svirdiabases ausgeführt:

1) Grobkörniger, nicht besonders mikropegmatitreicher Quarzdiabas von dem SO-Teil des grossen Bergrückens N. vom Dorfe Schtscheliki an der SO-Küste des Onegasees:

$$\text{a)} \left\{ \begin{array}{l} \text{Innerer Teil } 2\,E = 48^0\,42' \\ \text{Äusserer Teil } 2\,E = 73^0\ \ 8' \end{array} \right\} \varrho < v$$

Der Durchschnitt ist ein Zwilling nach 100, wodurch es ermittelt werden konnte, dass die Axenebene || 010 ist, und dass die von der Zwillingsgrenze entferntere Axe, also A, die stärker dispergierte ist. Es ist hauptsächlich diese Axe, die von dem äusseren zu dem inneren Teil des Kristalls zu ihre Lage verändert. Den Winkel A zu A bei $2\,E = 48^1/_2{}^0$ und 73^0 mass ich zu 18^0; den Winkel B zu B zu zirka $8\,^1/_2{}^0$. Dieses entspricht einer gleichzeitigen Verschiebung der Bisektrix von etwa 4—5°. Die Auslöschungsschiefe nimmt also bei Abnahme des Axenwinkels auch ab. Bei den titanreichen, basaltischen Augiten ist das entgegengesetzte Verhalten beobachtet worden[1]). Bei diesen ist es die Axe B, die stärker dispergiert ist und welche „wandert", deshalb nimmt auch die Auslöschungsschiefe zu beim Sinken der Grösse des Axenwinkels.

b) $2\,E = 73^0\,14'$; $\varrho < v$

c) $2\,E = 66^0\,16'$ (Der Durchschnitt nicht ganz $\perp$ gegen c)

d) $2\,E = 64^0\,39'$

$$\text{e)} \left\{ \begin{array}{l} 2\,E = 40^0\,43';\ \varrho < v \\ 2\,E = 61^0\,23'. \end{array} \right.$$

---

[1]) F. Becke: T. M. P. M. XVIII. S. 535.
A. Sigmund: T. M. P. M. XV S. 372.

Die Verschiebung der einen Axe ist auch im Schnitte e) mehr als doppelt so gross als die der anderen Axe. Dieselbe wurde bei der einen etwa $13\,^1/_2{}^0$ gefunden, bei der anderen etwa $5\,^1/_2{}^0$.

Der optische Charakter ist positiv.

Die Auslöschungsschiefe c: c beträgt sehr annähernd 45°. Die Doppelbrechung $\gamma - \alpha$ etwa 0,024. Diese beiden Grössen wechseln natürlich bei Durchschnitten von Pyroxenen, die einen verschieden grossen Axenwinkel haben. Die oben angegebenen Zahlen dürften den Maximalwerten aber recht nahe kommen.

Den mittleren Brechungsindex β bestimmte ich an einem Durchschnitt, der den Austritt der spitzen Bisektrix eines ziemlich grossen Axenwinkels zeigte, nach dem Verfahren von Schroeder van der Kolk zu 1,719.

2) Diabas mit „polysomatischen" Pyroxenkörnern vom zentralen Teil des grossen Bergrückens gleich nördlich vom Dorfe Schtscheliki.

a) An einem und demselben Korn innerhalb eines polysomatischen Pyroxenfeldes mass ich in verschiedenen Teilen:

$$\left.\begin{array}{l} 2\,\mathrm{E} = 66^0\,28' \\ \text{„} = 61^0\,30' \\ \text{„} = 58^0\,12' \end{array}\right\} \text{Bisektrix etwas schief, die eine Axe lag am Rande des Gesichtsfeldes.}$$

$$\text{„} = 25^0\,48' \rightarrow \text{Bisektrix fast senkrecht.}$$

Optischer Charakter positiv.

b) Kleines Korn innerhalb eines polysom. Feldes. Das ganze Korn besass sehr annähernd denselben Axenwinkel. Der Schnitt nicht ganz genau $\perp$ gegen die Bisektrix.

$$2\,\mathrm{E} = 25^0\,44';\ \varrho > v;\ \text{Opt.} +$$

c) Wie a) und b). verschiedene Teile eines und desselben Kornes

$$\left.\begin{array}{l} 2\,\mathrm{E} = 30^0\ \ 4' \\ \text{„} = 15^0\,36' \end{array}\right\} \varrho > v;\ \text{Opt.} +$$

3) Diabas von Ostretschina. Uferfelsen an der Biegung des Svirflusses.

a) $2E = 63° 49'$
„ $= 50° 16'$

b) $2E = 57° 40'$ bis $0°$.

c) $2E = 48° 32'$

d) $2E = 18° 48'$

e) $2E = 58° 34'$; $\varrho < v$

Die Dispersion war bei dem Schnitte e eine deutlich geneigte. Der Durchschnitt ist ein Zwilling nach 100, die Axenebene ist || 010 und die von der Zwillingsgrenze entferntere Axe A ist die stärker dispergierte.

4) Diabas von Wosnessenje. Berg gleich N. vom Dorfe.

a) $2E = 25° 2'$; $\varrho > v$

b) $2E = 39° 21'$; $\varrho > v$

Um einen Einblick in die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Grösse des Axenwinkels zu erhalten, habe ich den Pyroxen aus dem Vorkommen, welches die grössten Axenwinkel zeigte, analysiert. Das Material wurde genau in derselben Art wie zur Analyse des Pyroxens von Föglö separiert. In diesem Fall konnte ein sehr reines Produkt erhalten werden, denn das Gestein ist verhältnismässig grobkörnig und vollkommen frisch. Die einzigen Verunreinigungen waren in ganz unbedeutender Menge kleine Hornblendepartien, die an dem Pyroxen angewachsen sind.

Das spezifische Gewicht des zur Analyse verwandten Minerals betrug im Pyknometer bei 18° C bestimmt 3,460.

	16	16 a	16 b	16 c
SiO_2	50,36	50,36	49,70	49,27
TiO_2	0,80	0,80	0,59	0,59
Al_2O_3. . . .	2,49	2,49	1,45	1,43
Fe_2O_3. . . .	2,35	—	0,87	—
FeO	18,15	20,26	14,93	16,52
NiO	0,04	0,04	0,03	0,03
MnO	0,56	0,56	0,46	0,46
MgO	11,37	11,37	16,83	16,68
CaO	13,97	13,97	14,77	14,65
Na_2O	0,26	0,26	0,25	0,25
K_2O	0,19	0,19	0,12	0,12
H_2O	0,55	—	—	—
S:ma	101,09 %		100,00 %	100,00 %
Sp. G.	3,460.			

16. Pyroxen aus grobkörnigem Quarzdiabas von Schtscheliki, SW-Ufer des Onegasees.

16 a. Die gesamte Fe-Menge als FeO berechnet.

16 b. An. 16 auf Molekularprozent und 100 unter Abzug von H_2O umgerechnet.

16 c. 16 a ebenso berechnet.

Der Kalkgehalt ist bedeutend höher als bei dem Pyroxen von Föglö (N:o 15), aber auch bedeutend niedriger als bei den Diopsiden und den basaltischen Augiten. Es steht dieses im Einklange mit den Beobachtungen über die Grösse des optischen Axenwinkels, der bei diesem Pyroxen nur selten zu den niedrigen Werten des Föglöer Pyroxens herabsinkt, und meistens mittelgross ist. Der Eisengehalt ist ein so hoher wie er wohl nur selten in monoklinen Pyroxenen der Gesteine beobachtet wird. Überhaupt ist die Ähnlichkeit mit den auf Seite 6 u. 7 angeführten Analysen 1, 2, 3, 6, 7 und 8 von Pyroxenen aus Diabasen der Konga- und Hunne-Typen eine sehr grosse.

Der Diabas von Richmond, Cap Colonie, Süd-Afrika.

Der Richmonder-Diabas ist nach Cohen[1]) ein ziemlich grobkörniges und licht gefärbtes Gestein. Die „Augite" sind bis 5 Millimeter lang, fast ebenso breit und von licht flaschengrüner Farbe; sie lassen sich suweilen schwer von Olivin unterscheiden. „Im Dünnschliffe werden diese Augite im zentralen Teile farblos bis lichtgeblich, gehen aber gegen den Rand allmählich in eine rotbraune oder violette Zone über, ohne merkliche Veränderung der Auslöschungsschiefe. Die Spaltung ist oft sehr vollkommen; von den Einschlüssen lässt sich ein Teil, nach den aussen anhaftenden Bläschen, sicher als Glas bestimmen. Untergeordnet vorhandene, kleinere Augite sind von dunklerer Farbe." Die übrigen Gemengteile des Gesteins sind Plagioklas, Magnetit, Biotit, Apatit und wahrscheinlich sekundärer Quarz. Betreffend der Separation des zur Analyse verwandten Pyroxens sagt Cohen: „Verwandt wurde nur der schwerste Teil der vom Plagioklas getrennten Augite, mit einem spezifischen Gewicht von 3,30 bis 3, 38, während die untergeordnet auftretenden kleineren und dunkleren Augite sich als leichter erwiesen. — — — Die Analyse des lichten Augit lieferte:" (N:o 5, S. 6).

An einem Original-Dünnschliffe der Cohenschen Sammlung („N:o 270 Diabas. Gegend von Richmond, Cap Colonie") habe ich die folgenden Beobachtungen über die optischen Eigenschaften der Pyroxene des Gesteins machen können: Das Gestein ist recht pyroxenreich. Die Pyroxene kommen in bis 4 mm grossen, im Durchschnitt meistens runden, unregelmässig begrenzten Körnern vor, zwischen ihnen liegt ein kleinkörniges Gemenge von den übrigen Bestandteilen des Diabases. Die leistenförmigen Feldspäte sind im allgemeinen nur ca $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm lang, aber drängen mit ihren Enden in die Pyroxenkörner hinein, so dass diese trotz ihrer erheblichen Grösse keine regelmässige Begrenzung haben. Alle die grösseren Pyroxenkörner sind sehr hell, fast farblos, aber werden randlich lebhaft rosa. Die äusserste, recht schmale Randzone ist sogar sehr stark gefärbt. Manche der grösseren Pyroxenkörner sind in den inneren Teilen schwach gelbgrün, andere wieder schwach rosa gefärbt, und diese sind

---

[1]) E. Cohen. N. J. Beil. B. V (1887) S. 234.

dann in den Randpartien gewöhnlich dunkler rosa als die gelblichgrünen Körner. Die kleinsten Körner sind zuweilen ganz und gar ziemlich dunkel bräunlichrosa gefärbt, es besteht kein scharfer Unterschied zwischen diesen kleinen Körnern und den grösseren. Cohen muss jedoch dieselben mit dem Ausdruck „untergeordnet vorhandene, kleinere Augite sind von dunklerer Farbe“ gemeint haben, denn in dem Gestein sind kleine Pyroxene einer zweiten Grundmassengeneration vorhanden. Da die grossen Pyroxenkörner oft nur grobe, unregelmässige Risse besitzen und nicht prismatische Ausbildung und Längsspalten zeigen, würde man dieselben und besonders die schwach gelbgrünen, unbedingt beim ersten Anblick für Olivin halten, falls nicht einige Querschnitte doch die typische Pyroxenspaltung zeigen würden. Die Pyroxene sind nicht pleochroitisch. Bei der Prüfung im konvergenten Licht fand ich, dass manche der Pyroxenkörner einen ganz kleinen Axenwinkel haben, andere dagegen einen so grossen, dass die Hyperbeln am Rande des Gesichtsfeldes des Mikroskopes liegen. Es stellte sich heraus, dass nur die gelblichgrünen Körner einen kleinen Axenwinkel hatten, die rosa Körner dagegen einen grossen. Folglich sind zwei verschiedene Pyroxene vorhanden. Dadurch aber, dass auch die nur sehr hell gefärbten, hellgrünen Körner einen rosa Saum haben und beide Pyroxene von recht ähnlicher Form, Spaltbarkeit, Lichtbrechung und Doppelbrechung sind, kann man dieselben nur im konvergenten Licht von einander mit Sicherheit unterscheiden. Ich konnte deshalb nicht entscheiden, ob von dem Pyroxen mit kleinem oder dem mit grossem Axenwinkel im Gestein mehr vorhanden ist. Ein kontinuirlicher Übergang von den Mineralpartien mit kleinem Axenwinkel zu denen mit grossem, wie bei den oben beschriebenen „Svirdiabasen“ und anderen, scheint hier nicht vorzukommen.

Bei den Pyroxenen mit kleinem Axenwinkel variiert aber die Grösse dieses Axenwinkels innerhalb desselben Schnittes bedeutend. Der von mir beobachtete Maximalwert ist etwa $2\,E = 31\,{}^1/_2{}^0$. An einem sehr genau senkrecht gegen die spitze Bisektrix verlaufendem Pyroxendurchschnitt (Prep. N:o 270) konnte ich die folgenden Tatsachen feststellen [1]).

[1]) Das von mir bei dieser Untersuchung benutzte Mikroskop war ein Fuess'ches grosses Modell mit gleichzeitig drehbaren Nicols, Objektiv Fuess

Von einem Maximalwerte von etwa $2E = 31\,^1/_2{}^0$ nimmt der Winkel der optischen Axen kontinuirlich ab, gleichzeitig wird die Dispersion immer stärker, die Hyperbeln sind innen rot und aussen blau, schliesslich laufen die Hyperbeln in ein Kreuz zusammen und die einander diametral entgegenstehenden Quadranten sind jetzt von gleicher Farbe; blau in der Richtung der ursprünglichen Axenebene, rot in der dazu senkrechten. Beim Einschieben einer Gypsplatte zeigt das Interferenzbild das Verhalten eines einaxigen, positiven Minerals. Dann öffnen sich die Hyperbeln wieder, aber senkrecht zu der ursprünglichen Richtung, und sie sind jetzt blau innen, rot aussen. Der Axenwinkel für blaues Licht geht folglich zuerst durch den Nullwert. Es muss also eine Zwischenlage geben, in der die Axenebenen für blaue und rote Strahlen senkrecht auf einander stehen. Ich konnte jedoch sowohl im Lithium- wie im Thalliumlicht nur ein einfaches Kreuz beobachten. Wahrscheinlich weil der Axenwinkel hierbei für sowohl rot wie blau so klein ist, dass man nicht sehen kann, dass die Hyperbeln sich trennen. Im gewöhnlichen Licht erscheinen dagegen die Arme des Kreuzes wie erwähnt, in den verschiedenen Quadranten paarweise rot und blau. Die Bisektrix schien beim Übergange aus der einen Axenlage in die andere recht genau ihren Platz beizubehalten. Der grösste Axenwinkelwert, den ich bei der Lage der Axenebene beobachtete, bei der die Hyperbeln innen blau aussen rot waren, betrug etwa $2E = 20\,^1/_2{}^0$.

Es kann folglich bei den in dieser Arbeit besprochenen monoklinen Pyroxenen die Axenebene eine normalsymmetrische Lage einnehmen. Das heisst bei einigen Gliedern dieser monoklinen Pyroxene steht die Axenebene senkrecht auf dem Klinopinakoid und besitzt dieselbe Lage

---

N:o 9, Schraubenmikrometerokular und Bertrand'sche Linse. Da die unmittelbar unter der Bertrand'schen Linse gelegene Irisblende fast zugezogen wurde, konnten bei der starken Vergrösserung sehr kleine Teile des Durchschnittes für sich untersucht werden. Beim Verschieben des Präparates mit den Mikrometerschrauben des Kreuzschlittentisches konnten nun die Veränderungen der Grösse des Axenwinkels in verschiedenen Teilen des Durchschnittes kontinuirlich verfolgt werden. Da das Präparat vor längerer Zeit angefertigt ist, besitzt es eine Dicke von über $^{50}/_{1000}$ mm und ist deshalb für Beobachtungen im konvergenten Licht vorzüglich geeignet.

wie bei den rhombischen Pyroxenen, bei gleicher Orientierung der stumpfen Prismenwinkel der beiden Minerale.

Die Messungen mit Okularschraubenmikrometer nach der Mallard'schen Methode ergaben die folgenden Werte:

(Dünnschliff N:o 270).

1) Pyroxen mit kleinem Axenwinkel.

a) Durchschnitt sehr genau ⊥ zur sp. Bisektrix.

2 E im Maximum 31° 24′ die Dispersion $\varrho > v$. In einem anderen Teil desselben Durchschnittes fand ich 2 E = 18° 20′. Bei weiterer Abnahme der Grösse des Winkels tritt die im Vorigen beschriebene Erscheinung ein, und dann öffnet sich der Axenwinkel in der senkrechten Lage, es ist jetzt $\varrho < v$. Der Axenwinkel öffnete sich in dieser Lage im Maximum 20° 22′ (= 2 E). Der opt. Ch. ist in beiden Lagen positiv.

b) Durchschnitt fast genau ⊥ zur sp. B.

Dispersion $\varrho > v$. 2 E = 25° 48′.

c) Durchschnitt wie b)

Dispersion $\varrho > v$. 2 E = 14° 2′ (2 V = 8° 12; für $\beta = 1{,}7$).

d) wie b).

Dispersion $\varrho > v$. 2 E = 23° 12′.

2) Roter Pyroxen mit grossem Axenwinkel.

a) 2 E = 75° 4′; $\varrho < v$. opt. +

Ein anderer Dünnschliff des Gesteins (N:o 239 „Diabas Richmond, Cap Colonie") war dem vorigen sehr ähnlich. Der Unterschied zwischen den beiden Pyroxenen war aber hier etwas deutlicher; die grossen Körner besassen oft keinen rosa Saum, und die rosa Farben waren überhaupt auf die kleinsten Pyroxenkörner beschränkt. Die grossen Körner waren fast einaxig, die kleineren zeigten sehr grosse Axenwinkel, die Hyperbeln lagen ausserhalb des Gesichtsfeldes des Mikroskopes. Es fanden sich jedoch nicht in diesem Dünnschliffe Durchschnitte, an denen Messungen hätten ausgeführt werden können. Welchem

der beiden entsprechenden Handstücke das Material zur Analyse des Pyroxens auch entnommen worden sein mag, muss es jedensfalls ziemlich leicht gewesen sein, die grossen Pyroxenkörner in reinem Zustande herauszupflücken.

Die Pyroxene der Diabase von Süd-Waranger und der Murmanküste.

Sowohl am Warangerfjord, wie weiter östlich an der Murmanküste kommen zahlreiche Diabasgänge vor, die alle in etwa N—S Richtung verlaufen. Die Diabase von Süd-Waranger, die ich kennen gelernt habe, sind alle einander sehr ähnlich. Diejenigen der Nordküste der Kolahalbinsel gehören dagegen zu mehreren verschiedenen Typen, es sind teils Olivindiabase, teils olivinfreie Diabase.

Von Süd-Waranger habe ich drei Vorkomnisse untersucht, dieselben sind dem Svirdiabase von dem Onega-Ladoga-Isthmus sehr ähnlich. Es sind ziemlich feinkörnige, dunkle, vollkommen frische Geisteine.

a) *Gang bei Sördagoppe* an dem inneren Teil des Warangerfjords. Das Gestein ist ein typischer Quarzdiabas. Es führt etwa eben so viel Mikropegmatit wie die „Kongadiabase" aus Schonen. Der monokline Pyroxen ist fast farblos, bis sehr schwach gelblichbraun. Die Pyroxene sind als langgestreckte Körner ohne Kristallbegrenzung ausgebildet, zeigen eine deutliche prismatische Spaltbarkeit und häufig Zwillingsbildung nach dem Ortopinakoid. Der optische Axenwinkel ist an verschiedenen Durchschnitten verschieden gross, mittelgrosse Werte scheinen die häufigsten zu sein. Man kann jedoch bestimmt nachweisen, dass es sich hier nicht um zwei verschiedene Minerale von verschiedenen Bildungsperioden handelt, wie z. B. bei den Diabasen des Hunne-Typus, sondern dass die Pyroxene, die einen verschieden grossen Axenwinkel zeigen, einander sonst sehr ähnlich sind, also wie bei dem Svirdiabase. An zwei verschiedenen Körnern innerhalb eines und desselben polysomatischen Komplexes habe ich die folgenden Winkel gemessen:

$2E = 55^\circ$ $\qquad$ $2E = 57\,^1/_4{}^\circ$

b) *Gang SO von Sandnæs* unweit der Mündung des Paatsjoki. Dieses Gestein ist fast quarz- (mikropegmatit-) frei, es ist also kein typischer Kongadiabas, sondern steht zu diesem in demselben Verhältnis wie die quarzärmeren Svirdiabase. Der Pyroxen ist schwach gelblichrosa gefärbt, ein wenig stärker wie beim Gestein von Sördagoppe. Die Ähnlichkeit mit dem Svirdiabas zeigt sich auch darin, dass der Pyroxen oft ähnliche „polysomatische" Körner bildet wie die bei dem Svirdiabase beschriebenen, doch aus weniger zahlreichen einzelnen Körnern bestehend. Der Axenwinkel ist teils so klein, dass sich die Hyperbeln nur wenig öffnen, teils kommen ziemlich grosse Axenwinkel vor, also auch hierin Übereinstimmung mit dem Svirdiabase.

c) *Gang auf der Insel Ekerö* am SO Ufer der Warangerhalbinsel. Das Gestein ist sehr ähnlich b. Der Plagioklas ist einwenig verwittert, der Pyroxen frisch und zeigt dasselbe optische Verhalten wie derjenige von b.

Von der Murmanküste habe ich einen Quarzdiabas, der gangförmig bei Gavrilovo vorkommt, untersucht. Einige Diabase aus anderen Gängen bei Gavrilovo sind typische Olivindiabase des „Kinne-Typus". Der Quarzdiabas von Gavrilovo ist ein ziemlich grobkörniges Gestein, er ist den grobkörnigen Quarzdiabasen von Föglö (Seite 26) und Schtscheliki (Seite 28) sehr ähnlich. Die Umwandlungserscheinungen des Pyroxens sind ganz dieselben: Auftreten einer geradlinigen, feinen Spaltbarkeit nach der Basis bei beginnender Verwitterung, und dann ein Übergang der schmalen, leistenförmigen Partien zwischen den Spaltrissen in solche von je abwechselnd verschiedener Auslöschung, wodurch die „Streifung" bedingt ist. Der Axenwinkel ist von sehr verschiedener Grösse in verschiedenen Durchschnitten. Ziemlich grosse Winkel scheinen zu überwiegen, aber man trifft auch nicht ganz selten die ganz kleinen Winkel.

Die Pyroxene der „Kongadiabase" aus Schonen.

Törnebohm beschreibt den Pyroxen aus den Diabasen des Konga-Typus als hell gelbbraun und in idiomorphen Individuen

ausgebildet. Bei der Verwitterung geht er zuerst in ein graubraunes, opakes Produkt über, dass sich vorzugsweise an den Spaltrissen nach der Basis verbreitet, welche dann sehr deutlich hervortreten. An dem frischen Pyroxen sind diese Spaltrisse dagegen nicht sichtbar. Bei fortschreitender Umwandlung geht dann die graubraune Substanz in grüne, choloritische Produkte über. Zuweilen tritt akzessorisch der helle „Salit" der Hunnediabase neben dem gestreiften Pyroxen auf [1]. Ich habe die Gelegenheit gehabt Dünnschliffe von zwei Vorkommen der Kongadiabase zu studieren.

Die „Streifung" ist ganz ähnlich derjenigen bei den Diabasen von Föglö (Seite 26) und Schtscheliki (Seite 28) beschriebenen, und steht ebenso wie das Hervortreten der Spaltbarkeit nach der Basis deutlich im Zusammenhange mit dem mehr oder weniger weiten Fortschreiten der Zersetzung des Minerals, und ist folglich auch hier eine Umwandlungserscheinung. Der Axenwinkel des Pyroxens war in einem Dünnschliffe des Kongadiabases von Röstånga meist etwa ebenso gross wie bei den Pyroxenen des Quarzdiabases von Schtscheliki, welche die grössten Axenwinkel besassen, also 2 E etwa 60°—70°. In einem Präparate eines recht feinkörnigen Quarzdiabases von Konga klint waren die Werte von 2 E bedeutend kleiner; ich schätze die meisten derselben zu zwischen 40° und 50°, und einzelne Pyroxendurchschnitte zeigten ein fast einaxiges Kreuz im konvergenten Licht, ohne dass man im parallelpolarisierten Licht irgend welchen Unterschied zwischen diesen und denjenigen mit etwas grösserem optischen Axenwinkel beobachten könnte. Es liegt also auch bei diesen Diabasen eine in Bezug auf die Grösse des Axenwinkels kontinuirliche Serie von Pyroxenen vor.

Die Pyroxene der „Hunnediabase".

In seiner Untersuchung über die Gangdiabase von Rio de Janeiro hat Hovey [2]) für den hellen Pyroxen („Salit") den Maximalwert für 2 E zu 36° 9′ bestimmt, an einem nicht ganz genau senkrecht zur spitzen Bisektrix gelegenen Schnitte fand er

---

[1]) E. A. Törnebohm. Svenska Vet. Akad. Handl. XV n:o 13. S. 10.
[2]) E. O. Hovey. T. M. P. M. XIII (1893) S. 211.

$2 E = 32^{\circ} 39'$. Dass der Axenwinkel bei dem hellen Pyroxen in anderen „Hunnediabasen" ein ähnlich kleiner ist, konnte er bei den Vorkommen von New Haven, Conn., von New Jersey, von Cap Blomidon in New-Schottland und Halleberg in Schweden, ($2 E = 34^{\circ} 17'$) nachweisen. Der andere, dunklere Pyroxen des Diabases von Rio de Janeiro ist nach Hovey schwach pleochroitisch, in gelblich bis rötlichbraunen Tönen, mit der Absorbtion $\mathfrak{b} = \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$ rötlichbraun, $\mathfrak{a}$ gelblichbraun. Den Winkel 2 E dieses Pyroxens bestimmte Hovey zu $83^{\circ} 55'$. Wenn man den mittleren Brechungsindex des Minerals zu 1,7 annimmt, wäre der wirkliche Axenwinkel $2 V = 46^{\circ} 18'$, also ein Wert, der auch bedeutend niedriger ist als der bei den monoklinen Pyroxenen gewöhnliche (etwa $58\frac{1}{2}^{\circ}$—$60\frac{1}{2}^{\circ}$ für 2 V), aber etwa derselbe, der bei den Pyroxenen aus dem Svirdiabase, die den grössten Axenwinkel besassen, gefunden wurde.

Nach meinen Beobachtungen an Hunnediabasen aus verschiedenen Gegenden ist der Axenwinkel des dunkleren Pyroxens, wenn deutlich zwei verschiedene Pyroxene unterschieden werden können, von sehr wechselnder Grösse. In mehreren der Connecticut-Diabase tritt der Unterschied zwischen den beiden Pyroxenen sehr deutlich hervor, denn der helle hat sich zuerst ausgeschieden und ist oft von dem dunklen umwachsen, oder eingeschlossen. Der helle besitzt nur grobe, unregelmässig verlaufende Risse quer zur Längsrichtung der säulenförmig ausgebildeten Kristalle. An dem dunklen Pyroxen ist die „Streifung" nach der Basis sehr gut ausgebildet. Ob diese hier auf eine ursprüngliche oder sekundäre Spaltbarkeit verbunden mit polysyntetischer Zwillingsbildung beruht, ist wegen der grossen Feinheit der „Streifung" oft sehr schwer zu entscheiden. Osann hält die Streifung in dem Pyroxen des Vorkommens von Jersey City für sicher auf eine primäre Zwillingsbildung nach der Basis beruhend. (Einer dieser Pyroxene ist bei Rosenbusch Mikroskop. Physiographie I. 1. Tafel VI. Fig. 2 abgebildet.) Nach den Beschreibungen von unter anderen Hawes [1]), Osann [2]) und Emerson [3]), scheint der Connecticut-Diabas nicht immer zwei Pyro-

---

[1]) G. W. Hawes. Am. J. Sc. 3. IX. (1875.) S. 185.

[2]) A. Osann. N. J. 1884. I. S. 45.

[3]) B. K. Emerson. Bull. G. Soc. Am. XVI. (1895.) S. 91.

xene zu führen; dieses wird wenigstens nicht von den genannten Autoren erwähnt. Auf die Osann'sche Beschreibung des Pyroxens aus dem Diabase von Jersey-City ist schon früher eingegangen worden, Emerson beschreibt ähnliche „gestreifte“ Pyroxene aus dem Vorkommen von Holyoke.

An einem Dünnschliffe des Vorkommens von West Rock, New Hawen, welches nicht besonders reich an dem hellen Pyroxen ist und in welchem derselbe von dem dunkleren gestreiften umwachsen ist, mass ich an einem Durchschnitte des gestreiften Pyroxens den Winkel 2 E zu annähernd 65°.

Ich habe ausserdem Dünnschliffe der Hunnediabase von Est Rock, New Hawen, von Whinsill, Nord England, und von Hunneberg, Schweden, untersucht und gefunden, dass der dunklere, später auskristallisierte Pyroxen nur mittelgrosse Axenwinkelwerte besitzt und keineswegs die grossen Werte, die bei den monoklinen Pyroxenen der Diopsid-Hedenbergitreihe oder bei den meisten gesteinsbildenden „Augiten“ vorkommen.

Der Pyroxen der Olivindiabase des „Kinne-Typus“.

Unter den Olivindiabasen stehen diejenigen des Kinne-Typus, sowohl mineralogisch wie chemisch, den „Hunne“- und „Konga“-Diabasen am nächsten. Die bei den Kinnediabasen so charakteristisch in grossen, einheitlichen Körnern, die von kleinen regellos liegenden Plagioklasleistchen erfüllt sind, ausgebildeten Pyroxene sind gewöhnlich gelbbraun, an manchen Vorkomnissen fast farblos. An einem Dünnschliffe eines Handstückes von Billingen, das nur wenige, in ein grünes Produkt vollständig umgewandelte, kleine Olivinkörner führte, fand ich dass der Pyroxen teilweise den ganz kleinen Axenwinkel des helleren Pyroxens der Hunnediabase besitzt, aber dass auch grössere Axenwinkelwerte vorkommen, ohne dass ich zwei verschiedene Pyroxene nach den sonstigen optischen Eigenschaften hätte unterscheiden können. Auch in einem Dünnschliffe des Diabases von Kinnekullen beobachtete ich Pyroxendurchschnitte, die einen kleinen Axenwinkel hatten. In den sehr frischen und

typisch ausgebildeten Kinnediabasen von Gawrilovo an der Murmanküste besitzt der Pyroxen dagegen einen grösseren Axenwinkel und ist auch von dunklerer Farbe.

Die Pyroxene des Diabases von Pieni-Perävaara, Oulango, Russisch Karelien, Gouvernement Archangel.

Die „Streifung" parallel der Basis der Pyroxene aus den grobkörnigeren Quarz-Diabasen von Schtscheliki und Föglö ist von mir als eine sekundäre, bei beginnender Zersetzung eintretende Erscheinung beschrieben worden. Als von ähnlichem Ursprunge wird die „Streifung" der Pyroxene aus den Diabasen des Whinsill und den Kongadiabasen Schwedens von Teall und Törnebohm angesehen. Es giebt jedoch auch Pyroxene, die eine unzweifelhaft primäre polysyntetische Zwillingsbildung nach der Basis besitzen. So beschreiben Osann [1]) und Phillips [2]) solche aus den Diabasen von Jersey-City und von Rocky Hill, New Jersey. Dass die Pyroxene von Rocky Hill derselben Pyroxenreihe wie die hier oben beschriebenen monoklinen Pyroxene angehören, beweist ihr niedriger Kalkgehalt (ca 11 %) und ihr sehr bedeutender Eisengehalt (An. N:o 8 und N:o 9 auf Seite 7).

Dr V. Hackman hat von seinen Reisen in Kuusamo und den angrenzenden Teilen von Russisch Karelien eine grosse Anzahl Handstücke von den hier sehr verbreiteten Diabasgesteinen mitgebracht. [3]) Die Gesteine sind ziemlich grobkörnig, zuweilen geradezu gabbroid und wenigstens teilweise sehr frisch. Es sind sowohl Olivindiabase, olivinfreie Diabase und Enstatitdiabase. Eine Analyse des Enstatitdiabases vom Kivakka, Oulangonsuu,

---

[1]) A. Osann. N. J. 1884. I. S. 45.

[2]) A. H. Phillips. Am. J. Sc. 1899. II. S. 267.

[3]) Das „Russisch—karelische Diabasgebiet" wird von Dr Hackman beschrieben werden. Ich werde in dem Folgenden mich darauf beschränken, dasjenige über diese Gesteine zu erwähnen, was für die vorliegende Arbeit von Bedeutung ist.

ist von Hackman veröffentlicht worden; [1]) es ist ein ungewöhnlich helles, graues Gestein. Die Diabase der übrigen Vorkomnisse sind noch nicht näher untersucht worden.

Der Diabas vom Pieni-Perävaara ist ein ziemlich grobkörniges, sehr dunkles und vollkommen frisches Gestein. Die Hauptgemengteile sind Plagioklas und monokliner Pyroxen, akzessorisch kommt Magnetit vor. Es treten zwei monokline Pyroxene verschiedener Generation auf. Der eine ist in langgestreckten aber unregelmässig begrenzten Körnern ausgebildet, und wird oft von dem anderen, der später wie der Feldspat kristallisiert hat, und die Zwischenräume zwischen den Plagioklasleisten ausfüllt, umgeben. Die Struktur des Gesteins ist eine ophitische.

Der zuerst ausgeschiedene Pyroxen ist farblos und fällt sofort durch seine eigentümliche Zwillingsstreifung auf. Die Erscheinung ist derjenigen, der bei mehreren monoklinen Pyroxenen der Meteoriten vorhanden ist, ähnlich. (Ein solcher Pyroxen ist in der Fig. 2, Taf. III des Tschermak'schen Tafelwerkes [2]) aus dem Meteoriten von Juvinas abgebildet.) Die Struktur beruht wie die abwechselnd gleich grosse Auslöschungsschiefe der einzelnen Lamellen zeigt auf eine polysyntetische Zwillingsbildung nach der Basis, oft sind dieselben Pyroxenkörner ausserdem einfache Zwillinge nach dem Ortopinakoid, wodurch ein federfahnenähnliches Gebilde entsteht.

Dass die Struktur in diesem Pyroxen eine ursprüngliche Kristallisationsstruktur ist, geht daraus hervor, dass das ganze Pyroxenkorn gleichartig struirt sein kann, auch wenn dasselbe eine ganz unregelmässige Begrenzung besitzt und von Feldspatleisten durchquert wird. Zuweilen sieht man, dass langgestreckte Körner terminal mit einem einspringenden Winkel, wie die Schwalbenschwanzzwillinge des Gypses endigen. Und da man an keinen der diesen Winkel erfüllenden Teilen von anderen Mineralen irgend welche Störungen sieht, muss der Pyroxen

---

[1]) Durch ein Versehen wurde angegeben, dass das Gestein ein zersetzter „Uralitdiabas" sei, es kommen nämlich auch gangförmige, zersetzte Diabase am Kivakka vor. Das analysierte Gestein gehört jedoch, wie Dr Hackman mitteilte, zu den mittelkörnigen, frischen Gesteinen des Kivakka (Analyse N:o 21. Tab. I.)

[2]) G. Tschermak. Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten erläutert durch phot. Abbildungen. Stuttgart 1885.

schon mit dieser eigentümlichen Ausbildungsform kristallisiert haben.

Die einzelnen Lamellen der polysyntetischen Zwillinge sind $^1/_{100}$ bis $^2/_{100}$ mm breit, und oft hat das eine System breitere Lamellen als das andere. Zuweilen sieht man dieselbe Erscheinung wie bei den Albitzwillingen der Plagioklase, nämlich dass das eine System in der einen Hälfte des Mineralkornes die breiteren Lamellen besitzt, das andere System in der anderen Hälfte. An den verzwillingten Durchschnitten kann man natürlich keine Beobachtungen über die Grösse des opt. Axenwinkels machen, aber es finden sich einzelne Durchschnitte, die keine Zwillingsbildung zeigen und an einem solchen mass ich den Winkel

$$2\,E = 29^0.$$

Dieses Korn lag in einem Korn des anderen Pyroxens eingebettet und an diesem mass ich den Winkel $2\,E = 66\,^1/_2{}^0$ (Bisektrix nicht ganz senkrecht). Die optischen Axenebenen beider Pyroxene waren senkrecht zu einander. Dieser später auskristallisierte Pyroxen ist schwach graubraun und wie „liniert", was durch eine feine, regelmässige wahrscheinlich nach der Basis verlaufenden Spaltbarkeit bedingt wird. Der Pyroxen beherbergert zahlreiche kleine stabförmige Interpositionen, die parallel der feinen basischen Spaltbarkeit neben einander liegen, aber deren Längsrichtung mit der Prismenrichtung des Pyroxens zusammenfällt.

Der Diabas von Pieni-Perävaara zeigt darin eine Analogie mit den „Hunnediabasen" dass er zwei monokline Pyroxene führt, von denen der zuerst ausgeschiedene farblos ist und einen kleinen Axenwinkel hat, der später ausgeschiedene einen bedeutend grösseren. Dieses Gestein unterscheidet sich aber von den eigentlichen Hunnediabasen durch seine deutlich ophitische Struktur und sein grobes Korn.

Der Diabas des grossen Karlshamnganges.[1])

Unter den von Moberg beschriebenen Diabasen aus dem w. Blekinge zeichnet sich besonders der grosse Karlshamngang durch seinen ungewöhnlich hohen Magnesiagehalt aus und dem wahrscheinlich hierdurch bedingtem Vorkommen zweier verschiedener monokliner Pyroxene ausser viel Olivin. Dass der eine dieser Pyroxene dem hellen Pyroxen („Salit") der Hunnediabase entspricht, geht aus der Beschreibung von Moberg mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit hervor; die Säulenform spricht hierfür, der Pleochroismus deutet auf eine ähnliche Zusammensetzung wie die des Pyroxens von Föglö. In der Nähe der Grenze dieses bis 180 m mächtigen Ganges nimmt der Olivingehalt stark ab und der pleochroitische, säulenförmige Augit (?) verschwindet. Statt dessen tritt an mehreren Stellen recht reichlich Quarz in mikropegmatischer Verwachsung mit Feldspat auf. An anderen Stellen fehlen nach Moberg sowohl Olivin wie Mikropegmatit und das Gestein ist hier ein ophitischer Diabas. Demnach sind die Veränderungen des Ganges gegen das Salband keineswegs konstant, sondern es liegt ein inhomogener Gang vor, der stellenweise aus Quarzdiabas (nicht analysiert) besteht und in den mittleren grobkörnigen Partien eine sich der pikritischen nähernde Zusammensetzung hat (An. N:o 24, Tab. I.).

Die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Grösse des optischen Axenwinkels bei den Pyroxenen der Diabase.

Die Analysen N:o 1 bis 4 in der Zusammenstellung auf Seite 6 u. 7 beziehen sich auf Pyroxene aus Diabasen des Hunnetypus, die Analysen N:o 6 und 7 auf Pyroxene aus Diabasen des Kongatypus. Ein Vergleich der Analysen N:o 1—3 und 6—10 unter einander zeigt sofort die grosse Ähnlichkeit derselben.

[1]) J. Chr. Moberg. Sv. geol. Und. Ser. C. N:o 158. S. 27.

Sie sind durch ihren geringen Sesquioxydgehalt den Pyroxenen der Diopsid-Hedenbergitreihe ähnlich, aber enthalten bei weitem zu wenig Kalk um zu diesen gezählt werden zu können. Eine grosse Übereinstimmung mit diesen Analysen zeigt diejenige des Pyroxens von Schtscheliki N:o 16, sie enthält aber noch mehr Eisenoxyde.

Dass alle diese Pyroxene in optischer Beziehung von den Pyroxenen der Diopsid-Hedenbergitreihe und den „diopsidischen Augiten" verschieden sind, ist in der obigen Beschreibung der Pyroxene der Hunne-und Konga-Diabase gezeigt worden; sie besitzen nämlich einen, wenn auch wechselnd grossen, so doch immer kleineren Axenwinkel als die anderen monoklinen Pyroxene. Die Beziehung zwischen dem Kalkgehalt und der Grösse des Axenwinkels tritt bei den Pyroxenen von Föglö (An. N:o 15 Seite 24) und Richmond besonders deutlich hervor.

Bei den Kongadiabasen (Seite 42), den Warangerdiabasen (Seite 41) und den Svirdiabasen (Seite 32) findet ein kontinuirlicher Übergang von Teilen des Pyroxens, die einen ganz kleinen Axenwinkel haben, zu solchen mit grösserem Axenwinkel statt. Die Pyroxene dieser Diabase sind also Glieder einer isomorphen Reihe und ihre Zusammensetzung bewegt sich etwa zwischen der der Pyroxene von Föglö und Richmond einerseits und der des Pyroxens von Schtscheliki anderseits.

Da die Hunnediabase zwei verschiedene Pyroxene enthalten, so beziehen sich die Analysen vielleicht auf ein Gemenge der beiden Pyroxene. Der von mir isolierte Pyroxen von Schtscheliki ist aber sicher einheitlich, oder wenigstens kein mechanisches Gemenge der beiden Hunnediabas-Pyroxene, und auch er besitzt etwa dieselbe Zusammensetzung wie diese. [1])

Die Pyroxene von Föglö und Richmond entsprechen der Grösse des Axenwinkels nach dem hellen Pyroxen der Hunnediabase, sie sind beide sehr kalkarm; der Pyroxen von Schtscheliki steht dem dunkleren Pyroxen der Hunnediabase in Betreff der durchschnittlichen Grösse des Axenwinkels nahe, und der

---

[1]) Sicher hat das Material zu den Analysen der Pyroxene von Halleberg (von Merian macht hierauf aufmerksam) und von West Rock, New Haven, denn das Gestein von hier enthält die beiden Pyroxene in Verwachsung mit einander, aus einem Gemenge der beiden Pyroxene bestanden.

Kalkgehalt desselben ist etwa der doppelte von dem der Pyroxene von Föglö und Richmond. Ich glaube deshalb, dass die beiden Pyroxene der Hunnediabase nur ziemlich weit auseinander liegende Glieder einer und derselben Pyroxenserie sind.

Dass bei den Hunnediabasen zwei verschiedene Pyroxene vorkommen, steht, glaube ich, damit im Zusammenhange, dass der hellere Pyroxen mit ganz kleinem Axenwinkel der zuerst ausgeschiedne dunkle Gemengteil des Gesteins ist, und sogar wahrscheinlich einen intratellurischen Einsprengling darstellt. Der in mehreren Hunnediabasen nachgewiesene einsprenglingsartige Plagioklas von älterer Generation als der grösste Teil der Plagioklase, ist wahrscheinlich gleichzeitig mit den hellen idiomorphen Pyroxensäulen gebildet worden, und er ist wiederum sehr kalkreich.[1]) Jedenfalls sind also die zuerst ausgeschiedenen Pyroxene sehr kalkarm, die Plagioklase sehr kalkreich; dann hat ein Hiatus in der Kristallisation stattgefunden, und die während der Hauptverfestigungsperiode des Gesteins ausgeschiedenen Pyroxene sind kalkreicher, die Plagioklase kalkärmer. Bei den Kongadiabasen, den Warangerdiabasen und den Svirdiabasen sind dementsprechend die in diesen Diabasen zonar gebauten Plagioklase in den inneren Teilen bedeutend kalkreicher als in den äusseren, und die Pyroxendurchschnitte zeigen Axenwinkel, die der Grösse nach zwischen den kleinen Werten des einsprenglingsartigen hellen Pyroxens der Hunnediabase und den grösseren Werten des anderen Pyroxens liegen.

Zur Kenntnis der Bildungsbedingungen der Diabaspyroxene mit niedrigem Kalkgehalt und kleinem Winkel der optischen Axen.

Der einsprenglingsartige helle Pyroxen der Hunnediabase nimmt in diesen dieselbe Stellung ein wie der Olivin in den Kinnediabasen und die Olivineinsprenglinge in den Basalten. Wie aus der Untersuchung der Diabase von Föglö und Richmond hervorgeht, ist dieser Pyroxen ebenso wie der Olivin ein vor-

[1]) G. W. Hawes. A. J. Sc. IX (1875) p. 189 und N. J. 1882.

wiegend aus Eisen-Magnesia-Silikat bestehendes Mineral, das Kalksilikat nimmt in ihm, im Gegensatze zu den übrigen monoklinen Pyroxenen, einen nur untergeordneten Platz ein. Auch in Fällen, wo der Pyroxen nicht zweien verschiedenen Kristallisationsperioden angehört und wo er allotriomorph gegenüber dem Plagioklas des Gesteins ist, kann er dieselben Eigenschaften besitzen. Dieser Pyroxen mit kleinem optischen Axenwinkel ist auch bei den olivinarmen Olivindiabasen des Kinnetypus nachgewiesen (S. 45), und bei vielen Diabasen kommen, nach den optischen Bestimmungen zu urteilen, obgleich an und für sich relativ kalkarme, doch kalkreichere Glieder derselben Pyroxenreihe vor. Anderseits treten bei anderen Diabasen diopsidische und basaltische Augite und Titanaugite allein für sich oder zusammen mit Olivin auf. So ist z. B. der Pyroxen der Åsbydiabase ein basaltischer Augit, und nach den dunkel violettroten Farben und der starken Bisektricendispersion zu urteilen teilweise ein erheblich titanreicher; die Åsbydiabase gehören zu den olivinreichsten. Es fragt sich nun: Weswegen haben sich in einem Fall z. B. Olivin und basaltischer Augit ausgeschieden, in dem anderen Fall ein kalkarmer Pyroxen mit kleinem Axenwinkel, oder doch ein relativ kalkarmer Pyroxen; und steht dieses eventuell mit den äusseren Bedingungen (Druck, Temperatur etc.) unter denen sich das Gestein verfestigt hat, im Zusammenhange oder wird es durch eine verschiedene chemische Zusammensetzung der Gesteine bedingt? Diese Fragen sind von um so grösserem Intresse, weil die hierbei entstehenden Diabase zu von einander verschiedenen, mineralogisch gut charakterisierten Diabastypen gehören. Dass diese Typen jeder für sich eine grosse Konstanz besitzen, beweist der Umstand, dass die Repräsentanten derselben aus verschiedenen Teilen der Erde untereinander zum Verwechseln ähnlich sind. Besonders gilt dieses von den Diabasen der „Konga"- (Quarz-), „Hunne"- (Salit-), „Kinne"- und „Åsby"-Typen.

Die Untersuchungen von besonders Mann und v. Merian, sowie die Analysenzusammenstellungen in Rosenbusch „Elemente der Gesteinslehre" zeigen, dass die Zusammensetzung aller Pyroxene in sehr hohem Grade von der Zusammensetzung des Gesteinsmagmas in dem sie sich bildeten abhängig ist. Auch die experimentellen Untersuchungen von Vogt und Morozewicz be-

stätigen dieses. Um zu sehen welche Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung der Diabasmagmen und der aus denselben kristallisierenden Pyroxene vorhanden sind, habe ich sowohl die Analysen der Pyroxene und der dieselben enthaltenden Diabase auf Molekularprozent und 100 berechnet und das Verhältnis zwischen den drei wichtigsten Oxyden der Pyroxene in eine Dreieckprojektion (Taf. 1) eingetragen. Dieses Verhältnis ist zugleich das Verhältnis zwischen den drei Metasilikaten $FeSiO_3$, $MgSiO_3$ und $CaSiO_3$, und der Projektionspunkt giebt folglich ein ziemlich exaktes Bild der Zusammensetzung der sesquioxydarmen Pyroxene. Ausserdem wurden noch alle zuverlässigen Analysen von Diabasen der vorerwähnten vier Diabastypen und der einen rhombischen Pyroxen führenden Diabase berechnet. [1])

In der Tabelle I am Schlusse sind diese Analysen zusammengestellt. Tabelle II enthält dieselben zu Molekularprozenten umgerechnet, Tab. III die Osann'schen Grössen. Die Analysenpunkte der Pyroxene und der entsprechenden Diabase sind mit Strichen verbunden. Die meisten Analysenpunkte der Diabase liegen nahe aneinander im Zentrum des Projektionsbildes, nur die „Entstatitdiabase“ und einige sehr olivinreiche Diabase liegen in der Mitte des rechten, unteren Teiles des Dreiecks. Die Linien, welche die Analysenpunkte der Gesteine mit denjenigen der Pyroxene verbinden, verlaufen bei den Konga- und Hunnedia-

---

[1]) Anm. Bei der Berechnung der Analysen war es leider nicht möglich die beiden Eisenoxyde für sich zu berechnen, denn in mehreren der Pyroxenanalysen ist der Oxydationsgrad des Eisens nicht bestimmt worden, und es musste deshalb um einen Vergleich zu ermöglichen der Eisenoxydgehalt sämtlicher Analysen als Eisenoxydul berechnet werden. Auch hängt der Eisenoxydgehalt der Pyroxene in sehr hohem Masse von dem Erhaltungszustande derselben ab, und wahrscheinlich findet eine Oxydation des Eisenoxidulsilikates an der Oberfläche der Pyroxenkörner an der Luft statt, wie es dieses beim Hypersthen nachgewiesen worden ist. Durch die Berechnung des Eisenoxydgehaltes als Eisenoxydul, werden natürlich auch die Procentzahlen der anderen Bestandteile nicht unbedeutend verändert, aber ein Vergleich zwischen mehreren Analysen, bei denen diese Rerechnung für die Eisenoxyde sowohl getrennt wie zusammengenommen ausgeführt wurde, zeigte dass die Unterschiede in derselben Richtung wirken. Der Projektionspunkt entfernt sich bei Berechnung der Eisenoxydmenge als Eisenoxydul, wie es hier geschehen ist, weiter von der MgO-CaO Seite des Dreiecks, in extremen Fällen sogar um eine ganze Einheit.

basen teils ziemlich horizontal teils schräg abwärts von links nach rechts, und die Analysenpunkte der Pyroxene liegen alle näher der Magnesiumecke des Bildes als die der Gesteine; die *Pyroxene sind magnesiareicher als die Gesteine.* Nach den bis jetzt ausgeführten Analysen zu urteilen, wären die Kongadiabase durchschnittlich eisenreicher als die Hunnediabase, die Projektionspunkte liegen mehr nach links im Bilde und die Linien haben einen steileren Verlauf, d. h. diese Diabase wären zugleich magnetitreicher.

Die beiden Analysen von Mägdesprung (N:o 18 S. 18) und Hempla (N:o 17) liegen dagegen in der Nähe der Linie D. H., welche die theoretische Lage aller möglicher Diopsid-Hedenbergitmischungen darstellt, also bedeutend näher der CaO-Ecke als sämtliche Analysenpunkte der anderen Diabaspyroxene. Die Gesteine, aus welchen diese Pyroxene separiert worden sind, scheinen nicht analysiert worden zu sein. Zum Vergleich ist deshalb die Analyse eines relativ frischen Harzer Diabases angeführt worden (N:o 33). Derselbe liegt auch nahe dem Zentrum des Bildes, aber näher der CaO-Ecke als die übrigen Analysen. Von Pyroxenen der olivinreicheren Diabasen liegt nur eine ältere Analyse eines Pyroxens aus dem Åsbydiabase von Satakunta SW. Finland vor (N:o 19). Ich habe deshalb zum Vergleich die Analysen eines dem Åsbydiabasen ähnlichen Basaltes (N:o 32 Tab. II) und des aus diesem isolierten titanhaltigen Augites (N:o 20 S. 18) in die Dreieckprojektion eingetragen. Die Verbindungslinien zwischen den Analysenpunkten dieser drei Pyroxene (N:o 18, 19 und 20) und den denselben entsprechenden Diabasen verlaufen schräg aufwärts in der Richtung der Diopsid-Hedenbergit-Linie zu; *die Pyroxene sind kalkreicher als die Gesteine.*

Eigentümlich ist die Stellung der Enstatit-Diabase, sie sind die an Eisenoxyd relativ ärmsten. In der Nähe derselben liegen die Analysenpunkte einiger sehr olivinreichen, zum Teil akzessorisch einen rhombischen Pyroxen führenden Diabase (N:o 24 „Stora Karlshamn", N:o 25 Rhosson, Wales, England, N:o 26 Krustorp, Brefvengången, Schweden). Bei N:o 22 sind sowohl das Gestein wie der rhombische und der monokline Pyroxen analysiert, und es stellt sich heraus, dass die Analysenpunkte derselben auf einer und derselben geraden Linie liegen, und

diese Linie verläuft in der Richtung nach der CaO-Ecke zu, das heisst: das Verhältnis zwischen MgO- und FeO ist sowohl im Gestein und im monoklinen sowie im rhombischen Pyroxen dasselbe, es verteilt sich der MgO und FeO-Gehalt des Gesteins zwischen dem rhombischen und dem monoklinen Pyroxen im selben Verhältnis, und diese unterscheiden sich von einander hauptsächlich durch ihren verschiedenen Kalkgehalt. Daraus geht auch hervor, dass das Gestein fast gar keinen Magnetit enthalten kann, womit sowohl der niedrige Fe_2O_3-Gehalt der Analyse wie das Resultat der mikroskopischen Untersuchung in Übereinstimmung stehn. Dieses Fehlen von Eisenerz in den „Enstatitdiabasen“ scheint allgemein zu sein, denn in mehreren ziemlich grossen Dünnschliffen von verschiedenen Handstücken des Enstatitdiabases von Kivakka, (N:o 21), habe ich kein einziges Erzkorn auffinden können, und auch die Analyse dieses Gesteins weist einen bei anderen Diabasen nicht beobachteten niedrigen Gehalt an Fe_2O_3 und TiO_2 auf.

Von Bedeutung für die hier besprochenen Fragen über die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung der Diabasgesteine und der Mineralbildung in denselben, ist die Tatsache, dass das Verhältnis zwischen den drei wichtigsten Basen bei Diabasen von sonst sehr verschiedenen Typen ganz dasselbe sein kann, wie aus dem Projektionsbilde hervorgeht. Im Allgemeinen scheinen die an dem hellen Pyroxen reicheren Hunnediabase jedoch rechts unterhalb des Zentrums des Dreiecks zu liegen, die Kongadiabase links oberhalb. Mitten zwischen den Kongadiabasen liegen aber die von diesem ganz verschiedenen Åsbydiabase. Es ist also des Verhältnis zwischen den Basen an und für sich nicht für die Entstehung der dunklen Gemengteile bestimmend.

Die Zusammenstellung in Tab. III von den Osann'chen Grössen zeigt, dass die Analysenpunkte sämtlicher Diabase sehr nahe einander liegen, und dass die verschiedenen Typen nicht von einander durch diese Zahlen unterschiedenen werden können. Es fällt z. B. der Analysenpunkt des Diabases von Föglö N:o 7 mit denen des Olivindiabases von Rhosson N:o 25, des Olivindiabases vom Kinnetypus N:o 27, des Olivinbasalts von Grants N:o 32 und des Diabases vom Lumpbodethal N:o 33 zusammen. Ebenso der Analysenpunkt 15 des Whinsilldiabases

von Couldron Snout mit denen des Olivindiabases von Brefven N:o 26, des Olivindiabases vom Kinnetypus N:o 28 und des Olivindiabases vom Åsbytypus N:o 29. Es ist ganz natürlich dass die Osann'schen Grössen, die ja die Diabase als zu einer Gesteinsfamilie angehörend gut charakterisieren, nicht gleichzeitig zur Unterscheidung der einzelnen Typen innerhalb der Familie dienen können, besonders bei den kleinen absoluten Werten, die sowohl die Grössen a wie c innerhalb dieser Gesteinsfamilie besitzen.

Wenn man wieder nur die in der Osann'schen Grösse F, die ja die dunklen Gemengteile des Gesteins enthält, eingehenden Mengen von CaO, MgO und FeO berücksichtigt, also die an Aluminium im Anorthitmolekyl gebundene Menge von CaO, im Gegensatz zu der bei der früheren Darstellung mitgerechneten gesammten CaO-Menge, so erhält man ein dem auf Taf. I gegebenem sehr ähnliches Projektionsbild, nur haben sich die Projektionspunkte längs der dieselben mit der CaO-Ecke verbindenden Linie nach links um einen dem Anorthitgehalte des Diabases entsprechenden Betrag veroschoben, und zwar stellt es sich heraus, dass die Analysenörter für z. B. die Konga- und die Åsbydiabase etwa ebenso weit rücken, das heisst dass der relative Anorthitgehalt etwa derselbe ist. Der im Plagioklas an Aluminium gebundene Anteil des Kalkes, und folglich indirekt der relative Aluminium und Alkaligehalt der Diabase scheint also nicht den Unterschied zwischen den verschiedenen Diabastypen zu bedingen.

Ein Blick auf die Osann'schen Grössen bei den Diabasen (Tabelle III) lehrt, dass auch nicht der absolute Gehalt an den die dunklen Gemengteile konstituirenden Basen (=F) für die Entstehung derselben an und für sich bedingend sein kann, denn derselbe ist bei den verschiedenen Diabastypen der Grösse nach ähnlichen Schwankungen unterworfen.

Man wäre also auf Grund der oben geführten Diskussion über die Beziehungen zwischen den drei wichtigsten Oxyden der Diabase zu der Annahme berechtigt, dass die Bildung der verschiedenen Typen nicht in dem chemischen Bestande des Magmas, sondern in seinen Kristallisationsbedingungen (Druck, Temperatur etc.) begründet sein muss, und dass die verschiedenen Diabastypen sich aus demselben Magma entwickeln; eine Auf-

fassung, der sich Rosenbusch in den Elementen der Gesteinslehre anschliesst,[1]) falls nicht der Unterschied zwischen den sich bildenden dunklen Gemengteilen bei gleichem Verhältnis zwischen den denselben zusammensetzenden Oxyden in den Gesteinen hauptsächlich darin bestände, dass dieselben teilweise Ortosilikate (Olivinsilikate) und teilweise Metasilikate (Silikate sowohl der rhombischen wie der monoklinen Pyroxene) sind. In dem Fall zum Beispiel, dass das Ortosilikat bei höherer Temperatur und Druck beständiger wäre (intratellurische Olivineinsprenglinge der Basalte) und bei niedrigerer Temperatur und niedrigerem Druck das Metasilikat, müsste ein und dasselbe Diabasmagma Olivin und freien Quarz führen, um eventuell bei anderen Druck- und Temperaturverhältnissen als olivinfreier Diabas kristallisieren zu können. Umgekehrt könnte man sich denken, dass das Pyroxenmetasilikat führende Magma in ein olivin- (Ortosilikat) und quarzführendes zerfallen würde. In beiden Fällen wäre der entstehende Olivindiabas quarzführend und der olivinfreie quarzfrei. Dieses spricht aber gegen alle sowohl auf petrographischem wie chemischem Wege gemachten Erfahrungen, denn wenn auch ausnahmsweise Olivin und Quarz zusammen in einem Diabase vorkommen können, sind gerade die quarzführenden Kongadiabase olivinfrei, und innerhalb der experimentell erreichbaren Temperatur- und Druckgebiete findet immer die Reaktion:

$$\text{Ortosilikat} + SiO_2 \longrightarrow \text{Metasilikat}$$

statt; der umgekehrte Verlauf ist nicht beobachtet worden.

Die Ursache zur Bildung von Ortosilikat bei dem einen Diabase, von Metasilikat bei dem anderen, ist also nicht in den äusseren Kristallisationsbedingungen zu suchen, sondern in dem verschiedenen relativen Kieselsäuregehalt der Magmen. Dieses tritt sofort deutlich hervor, wenn man die ziemlich basischen Olivindiabase des Åsbytypus und die quarzführenden olivinfreien Diabase des Kongatypus mit einander vergleicht. In dem Vorhergehenden wurde die Ähnlichkeit zwischen den relativen Mengen der CaO, MgO und FeO Molekeln derselben gezeigt, berechnet man aber nach der von Osann angegebenen Art den

---

[1]) H. Rosenbusch. Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart 1901. S. 337.

„Kieselsäurekoeffizienten" bezeichnen, erhält man für den Åsby
diabase von K[illegible] (An. N:o 29) 0,79 und für den Kongadiab
von Konga (An. N:o 1) 1,11. Es ist offenbar dieser Unterschi
in der Azidität der Gesteine, der es bedingt, dass sich in de
einen Falle das Orthosilikat Olivin bildet, in dem anderen e
an Magnesium- und Eisenmetasilikat reicher Pyroxen.

Und hiermit ist auch die Erklärung der Bildung der kall
armen monoklinen Pyroxene mit kleinem optischen Axenwink
bei den Diabasen der „Hunne"- und „Konga"-typen gegeben.

Ich führe hier die Kieselsäurekoeffizienten der in d
Dreieckprojektion eingetragen Diabase an.

Kongadiabase:

N:o 1 . . . . $k = 1{,}11$
„ 2 . . . . „ $= 1{,}00$
„ 3 . . . . „ $= 0{,}95$
„ 4 . . . . „ $= 1{,}02$
„ 5 . . . . „ $= 0{,}87$
„ 6 . . . . „ $= 0{,}98$

N:o 7 . . . . $k = 1{,}05$
„ 8 . . . . „ $= 0{,}91$
„ 9 . . . . „ $= 1{,}11$

Hunnediabase:

N:o 10 . . . . $k = 0{,}97$
„ 11 . . . . „ $= 0{,}98$
„ 12 . . . . „ $= 0{,}98$
„ 13 . . . . „ $= 0{,}99$

N:o 14 . . . . $k = 0{,}95$
„ 15 . . . . „ $= 1{,}05$
„ 16 . . . . „ $= 0{,}96$

N:o 17 . . . . $k = 0{,}94$
„ 18 . . . . „ $= 0{,}98$

N:o 19 . . . . $k = 0{,}95$
„ 20 . . . . „ $= 0{,}89$

Enstatitdiabase:

N:o 21 . . . . $k = 0{,}98$
„ 22 . . . . „ $= 0{,}92$
„ 23 . . . . „ $= 0{,}95$

N:o 24 . . . . $k = 0{,}89$
„ 25 . . . . „ $= 0{,}79$
„ 26 . . . . „ $= 0{,}80$

Kinnediabase:

N:o 27 . . . . $k = 0{,}94$
„ 28 . . . . „ $= 0{,}90$

Åsbydiabase:

N:o 29 . . . . $k = 0{,}79$
„ 30 . . . . „ $= 0{,}80$

N:o 32 . . . . $k = 0{,}87$

N:o 33 . . . . $k = 0{,}87$

Die grösse k wurde in der von Osann angegebenen Art berechnet, da aber hierbei der Fe_2O_3 Gehalt als FeO berechnet wird, das heisst als Base anstatt wenigstens teilweise als Säure, was in Anbetracht des Magnetithaltes der Gesteine richtiger wäre, so sind die Zahlen für k in Wirklichkeit ein wenig grösser. Wird der gesammte Fe_2O_3 Gehalt zusammen mit dem SiO_2 zur Kieselsäure gerechnet, erhält man z. B. für k die Zahlen: An. N:o 6, $k = 1{,}10$; An. N:o 7, $k = 1{,}13$. Die Unterschiede sind also keine grossen, und da der Pyroxen ein wenig Fe_2O_3 enthält, liegt der wirkliche Wert von k zwischen diesen Zahlen.

Wenn man die Zahlen für die in derNähe des Zentrums des Projektionsbildes Taf. I gelegenen Analysen untereinander vergleicht, findet man dass k bei den etwa dieselbe Lage einnehmenden Konga- und Hunnediabasen N:o 1—19 meistens nahe 1 ist, bei den Åsbydiabasen N:o 29—30 dagegen nur 0,80 beträgt. Der Kieselsäurekoeffizient des Olivins ist 0,50 derjenige des Pyroxens 1,00. Bei einer sonst grossen Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung bedingt die geringe Azidität der Åsbydiabase dass diese olivin- (und magnetit-) reich sind, und der Aziditätsgrad von etwa 1 bei den Konga- und Hunnediabasen gestattet nicht die Bildung von Ortosilikaten, sondern es entsteht eine entsprechend grössere Anzahl von Eisen- und Magnesiametasilikatmolekeln, die mit den übrigen Pyroxenmolekeln als ein eisen- und magnesiareicher monokliner Pyroxen kristallisieren. Da die Kongadiabase aber ziemlich viel Magnetit führen, müssen sie noch ausserdem bei einem Aziditätsgrade 1 eine entsprechende Menge an freiem Quarz ausscheiden. Die magnesia- und eisenreicheren Pyroxenmolekel scheiden sich früher aus als die kalkreichen, und hierdurch werden die auf den Seiten 49—51 beschriebenen Eigenschaften der Pyroxene der Konga- und Hunnediabase bedingt.

Bei den näher zur MgO Ecke oder zur MgO—FeO Seite des Dreiecks gelegenen Diabasen müssen sich dann auch bei einem genügend hohem Aziditätsgrade um so kalkärmere Pyroxene auscheiden.

Die Olivindiabase des Kinnetypus (N:o 27 und 28) haben einen bedeutend höheren Aziditätskoefficienten als die Åsbydiabase. In Übereinstimmung hiermit sind sie olivinarm, und

der Pyroxen ist wenigstens teilweise ein an Kalk relativ armer (vergl. S. 45).

Die Analysen N:o 21—26 liegen bedeutend näher zur MgO-Ecke als alle übrigen, sie besitzen einen peridotitischen Charakter; der MgO-Gehalt der Analysen ist schon in den Gewichtsprozenten grösser als der Kalkgehalt. Die Analysen N:o 25 und 26 haben einen sehr niedrigen Aziditätskoeffizient, es sind olivinreiche Olivindiabase. Die Analysen N:o 21—23 haben dagegen hohe Kieselsäurekoeffiziente, es sind „Enstatit-Diabase". Zwischen diesen liegt die Analyse des Diabases von Karlshamn N:o 24 mit einem Kieselsäurekoeffizient von 0,89, er führt sowohl Olivin wie zwei monokline Pyroxene, und nimmt falls der pleochroitische monokline Pyroxen ein kalkarmer ist, was mir sehr wahrscheinlich erscheint, eine Art Zwischenstellung zwischen den peridotitischen Olivindiabasen und den magnesiareichsten und relativ kieselsäureärmsten der Hunnediabase, demjenigen von Richmond ein.

Der bedeutend höhere Magnesiagehalt sämtlicher bis jetzt analysierter „Enstatitdiabase" bei etwa gleich hohem Aciditätskoeffizienten scheint das unterscheidende Merkmal zwischen den „Enstatitdiabasen" und den an einem sehr kalkarmen, der Zusammensetzung nach den rhombischen Pyroxenen nahestehenden, monoklinen Pyroxen reichen Diabasen (Föglö, Richmond) zu sein. Ob dieses ganz allgemein der Fall ist, wie es nach der Lage der Projektionspunkte aussieht, lässt sich natürlich erst, nachdem Enstatitdiabasanalysen von mehr als zwei Fundorten vorliegen, abmachen.

Aus den oben angeführten Zahlen und Berechnungen der Diabasanalysen geht jedenfalls die grosse Bedeutung des relativen Kieselsäuregehaltes für die Mineralbildung im Diabasmagma unzweifelhaft hervor. Wenn man, wie in der obigen Darstellung, nur die drei wichtigsten Basen berücksichtigt, erscheint es, als ob die verschiedenen Diabastypen durch Kieselsäurezufuhr oder -Verlust sich aus einander entwickeln könnten. Hand in Hand mit einer Zunahme an Kieselsäure geht aber auch eine Zunahme an Alkalien, der sich bildende Feldspat ist demnach saurer (alkalireicher), und hierdurch unterscheiden sich die verschiedenen Diabastypen auch bedeutend von einander.

Auch ist das Vorkommen von kleinen Mengen von Horn-

blende und Biotit in den besprochenen Diabasen nicht berücksichtigt worden. Am grössten wird der Gehalt dieser Bestandteile bei den an Alkalifeldspat und Quarz reichsten Kongadiabasen, es ist also auch der Wasser- (und Gas-) Gehalt der Magmen bei steigender Acidität ein grösserer gewesen. Der Unterschied im Wassergehalt zwischen den verschiedenen Diabasen kann jedoch kaum ein sehr grosser gewesen sein und ist überhaupt von geringer Bedeutung bei der Mineralbildung gewesen, da die hydroxylführenden Gemengteile einen so untergeordneten Platz einnehmen.

Es ist oft behauptet worden, dass aus einem und demselben Magma, von verschiedenen Kristallisationsbedingungen abhängend, verschiedene Gesteine (d. h. Mineralassoziationen) entstehen könnten, und dass die chemische Zusammensetzung eines Eruptivgesteins folglich an und für sich nicht die mineralogische Zusammensetzung desselben bedingt. Besonders ist diese Theori von den amerikanischen Petrographen [1], und in erster Linie von Iddings verfochten worden. Die angeführten Beispiele beziehen sich aber auf Gesteine von „nahe" identischer Zusammensetzung, und die resultierenden Gesteine sind, einerseits hornblende- und glimmerführende, anderseits pyroxen- oder olivinführende, die beiden Gesteinsmagmen haben also bei der Kristallisation ganz verschiedene Wassergehalte besessen und sind keineswegs chemisch so identisch gewesen, dass sie als Stütze für den obigen Satz gelten könnten. Auch betreffend die Bildungsbedingungen der Olivine, Augite und Hypersthene bei den Diabasen, Basalten und Pyroxenandesiten hat sich Rosenbusch [2] in derselben Richtung ausgesprochen.

Da sowohl die rhombischen als die monoklinen Pyroxene und die Olivine aus Mischkristallen mehrerer Silikate bestehen, so müssen die Druck und Temperaturverhältnisse nach den Untersuchungen über die für die Bildung der Mischkristalle geltenden physikalisch-chemischen Gesetzen, innerhalb gewisser Grenzen auf die Entstehung derselben von Einfluss sein können.

---

[1] Quantitative Classification of Igneous Rocks by Whitman Cross, Joseph P. Iddings, Louis V. Pirsson and Henry S. Washington. Chicago 1903. S. 112 und 113.

[2] H. Rosenbusch. Mikroskop. Phys. II p. 894. Elemente d. Gesteinslehre S. 301, 321 und 337.

Am grössten muss sich der Einfluss von Druck und Temperatur bei der Bildung der intratellurischen Einsprenglinge geltend machen, und mag wohl auch die Grenzen der Gebiete, innerhalb deren sich Olivin, Hypersthen und monokliner Pyroxen bilden, ein wenig verschieben, dadurch dass der monokline Pyroxen ein Alumosilikat (Tschermak'sches Silikat) enthält, in dem nur die Hälfte der im Anorthitmolekül vorhandenen Kieselsäuremenge gebunden ist. Ähnliche Verschiebungen, die eventuell durch Druck und Temperaturveränderungen im Gleichgewicht zwischen der von Pyroxen aufgenommenen Alumosilikatmenge und der Anorthitmenge bedingt werden, müssen gleichzeitig zwischen den Hypersthen- und Olivinmolekeln stattfinden, und können wohl in Grenzfällen die An- oder Abwesenheit von akzessorischem Olivin oder Hypersthen bedingen. Auch das Gleichgewicht des Systems

Magnetit + freier Quarz $\rightleftarrows$ Eisenmetasilikat
+ Eisenoxydsilikat (z. B. das eisenoxydhaltige Pyroxensilikat)

mag durch Druck und Temperaturverhältnisse verschoben werden können und die Zusammensetzung der dunklen Gemengteile des Gesteins beeinflussen.

Die Bildung der verschiedenen Haupttypen ist aber, wie die obige Diskussion der Diabasanalysen zeigt, in einer verschiedenen chemischen Zusammensetzung derselben genügend begründet.

Kalkarme monokline Pyroxene aus anderen Gesteinen.

In der Zusammenstellung von Analysen kalkarmer, monokliner Pyroxene auf S. 6—7 finden sich ausser Pyroxenen aus Diabasen auch einige solche aus den Diabasen nahe stehenden Gesteinen, nämlich aus drei Pyroxenandesiten, einem Gabbro und einem Basalte.

Die kalkarmen monoklinen Pyroxene der Pyroxenandesite.

Unter den saureren Ergussgesteinen stehen die Pyroxenandesite den Diabasen und namentlich den Konga- und Hunnediabasen in chemischer Beziehung am nächsten, obgleich sie strukturell von diesen sehr verschieden sind. In Betreff der monoklinen Pyroxene der Andesite (und Trachyte) weist Rosenbusch in der zweiten Auflage der Mikr. Phys. darauf hin, dass dieselben „oft 𝔟 bräunlichgelb bis rötlich, 𝔞 und 𝔠 grünlich haben; sie ähneln also den rhombischen Pyroxenen, bei denen jedoch 𝔞 und 𝔠 erkennbare Farbenverschiedenheit zeigen“.[1]) Auch Zirkel führt das Vorkommen von monoklinen Pyroxenen mit einem dem Hypersthen ähnlichen Pleochroismus an, und hebt die Schwierigkeit hervor, dieselben in manchen Schnittlagen von rhombischem Pyroxen zu unterscheiden.[2])

Da ich bei dem kalkarmen und eisenoxydulreichen Pyroxen von Föglö einen ähnlichen Pleochroismus beobachtet habe, ist es sehr wahrscheinlich, dass die genannten Andesitpyroxene zu derselben Pyroxenreihe wie der Föglöer Pyroxen gehören. Die drei Analysen von solchen Pyroxenen, (N:o 12—14, S. 7) die ich in der Literatur finden konnte, zeigen eine sehr grosse Ähnlichkeit mit der Analyse des Pyroxens von Föglö. Hiernach zu urteilen müssen dieselben auch einen kleinen Axenwinkel besitzen. Leider habe ich aber nicht Material zur Prüfung dieser Frage erhalten können.[3])

Den von Koto beschriebenen Pyroxen aus dem Andesit von Ihama, Izu, Japan, hält Weinschenk für Hypersthen, da er die

---

[1]) H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie. 2. aufl. I, S 443 und II, S. 663.

[2]) F. Zirkel. Lehrbuch der Petrographie. Leipzig 1894 II S. 807.

[3]) Prof. Oebbeke hatte die Freundlichkeit auf meine Bitte hin einen Dünnschliff eines „Pyroxenandesites, Spitze Mariveles“ Luzon zum Vergleich zu übersenden, derselbe ist aber ein typischer Hypersthenandesit und manchen Hypersthenandesiten von Cabo da Gata sehr ähnlich. Der monokline Pyroxen ist ein grüner, nicht pleochroitischer, mit den von Becke bei den Pyroxenen der Hypersthenandesite beschriebenen Eigenschaften. An dem in grösseren Säulen vorkommenden rhombischen Pyroxen konnte ich in mehreren Schnitten den Austritt einer spitzen negativen Bisektrix eines grossen Axenwinkels senkrecht zur Längsrichtung der Pyroxensäulen feststellen; es ist also ein Hypersthen.

Häufigkeit von Hypersthen in anderen japanischen Andesiten nachgewiesen hat.[1]) Ich habe acht japanische Pyroxenandesite von verschiedenen Fundorten, die sich in der Sammlung des mineralogischen Instituts der Universität Helsingfors vorfinden, untersucht, aber nur grünen Augit gefunden. Mehrere dieser Andesite waren Hypersthenandesite. Dass die als monokline Augite beschriebenen, in roten und grünen Tönen pleochroitischen Pyroxene aus Andesiten, wie Weinschenk annimmt, alle Hypersthen seien und dass sich die Analysen auf ein Gemenge von Hypersthen und Augit beziehen würden und deshalb einen so niedrigen Kalkgehalt aufweisen, ist aber, nachdem das Vorhandensein eines ähnlichen Pleochroismus bei einem monoklinen Pyroxen (Föglö) nachgewiesen worden ist, der sich gerade durch einen niedrigen Kalkgehalt von anderen Pyroxenen unterscheidet, nicht wahrscheinlich.

Über kalkarme monokline Pyroxene in Gabbros.

Man muss erwarten, dass unter den als Tiefengesteine erstarrten Gabbro-(Diabas-)Magmen auch solche sich vorfinden die den Hunnediabasen entsprechen und in denen sich folglich ein entsprechender Pyroxen gebildet hat. Auch findet man z. B. in der Zusammenstellung von Pyroxenanalysen in Hinze's Handbuch mehrere Analysen von monoklinen Pyroxenen aus Gabbros, die einen niedrigeren Kalkgehalt aufweisen als der gewöhnliche. Mehrere derselben beziehen sich aber auf die Harzer Norite und Gabbros, in denen die feinlamelläre Verwachsung, zwischen rhombischen und monoklinen Pyroxen nach dem Ortopinakoid sehr häufig ist. Die Analysen sind ausserdem vor der Zeit der mikroskopischen Ära ausgeführt worden. Andere beziehen sich wieder auf „Diallage" mit einem Wassergehalt von mehreren Prozenten. Die Analysen, die an Material des selben Fundortes aber von verschiedenem Verwitterungsgrade angestellt worden sind, zeigen dass der Kalkgehalt bei fortschreitender Verwitterung abnimmt, der Magnesiagehalt zunimmt (durch

[1]) E. Weinschenk. N. J. Beil. B. VII. (1891.) S. 133.

Serpentinisierung). Und hierdurch erklärt sich der relativ hohe Magnesiagehalt einiger unfrischer Pyroxene in der Zusammenstellung in Hinze's Handbuch.

Da der sogenannte „Salit" der Hunnediabase der am leichtesten verwitternde Gemengteil derselben ist, wird ein ähnliches Mineral bei einem Gabbro wohl selten im frischen Zustande angetroffen werden.

Dass die Pyroxene dieser Reihe bei den Gabbros aber tatsächlich vorkommen, zeigt die von Dames ausgeführte Analyse des „Diallags" (ohne Zwillingsstreifung) aus einem „feldspatreichen Gabbro" von Hexriver bei Rustenberg S. Afrika. Derselbe ist sogar der kalkärmste aller der auf S. 6 u. 7 angeführten Pyroxene und pleochroitisch: „Lichtgrüne und lichtrote Töne treten auf".

Betreffend die Grösse des Axenwinkels bei Pyroxenen aus Gabbros findet sich eine Angabe von Websky [1]), dass der Diallag von Volpersdorf einen Axenwinkel 2 V von nur 47° 51′ hat. Also etwa einen gleich grossen wie die bei dem Diabase von Schtscheliki beobachteten grössten Winkel (Seite 33), aber doch bedeutend kleiner als bei den gewöhnlichen monoklinen Pyroxenen.

Die kalkarmen monoklinen Pyroxene der Basalte.

Zwischen Diabasen und Basalten ist ja theoretisch kein Unterschied vorhanden. Was für die Pyroxene der Diabase gilt, muss also auch für die entsprechenden Pyroxene der Basalte gelten. Es wurde deshalb die Zusammensetzung des Pyroxens des olivinfreien Basaltes von Kolter, Färöer, zusammen mit den entsprechenden Pyroxenen der Diabase besprochen. Unter den aus Basalten isolierten Pyroxenen ist dieser der einzige welcher, nach der Beschreibung zu urteilen, mit Sicherheit zu den in dieser Arbeit behandelten Pyroxenen gehört. Unter den übrigen Basaltpyroxenen besitzen diejenigen des olivinarmen Dolerits von Uifak, Grönland und des olivinfreien Dolerits von Taufstein am Frauenberg, Breitfirst, einen ähnlich niedrigen Kalkgehalt.

[1]) M. Websky. Z. D. G. G. XVI. 1864. S. 531.

	23	24
[illegible]	50,04	51,19
[illegible]	2,35	0,72
[illegible]	5,66	6,14
[illegible]	5,84	2,40
[illegible]	7,20	7,94
[illegible]	1,44	0,50
[illegible]	14,52	16,91
[illegible]	13,47	14,56
[illegible]	[illegible]	0,72
[illegible]	[illegible]	0,28
[illegible]	—	—
[illegible]	[illegible]	101,36
[illegible]	[illegible]	—

[illegible] Dolerit. Taufstein am Frauen- [illegible] der Gesteinslehre S. 319. [illegible] Dolerit von Uifak. Disko, [illegible] Grönland. XXIV. S. 228.

[illegible] kenne ich nicht; da die Ana- [illegible] sehr ähnelt, ist der [illegible] 13,47 % CaO und 2,35 % [illegible] TiO_2-haltigen Pyroxenverbin- [illegible] aus den Hunne- und Konga- [illegible]. Dass auch die sehr kalk- [illegible] vorkommen können, ist [illegible] berichtet worden ist, sehr [illegible], dass in einigen nordeng- [illegible] Pyroxene vorkommen, von de- [illegible] „Salit" der Hunne- [illegible] können habe ich einen Py- [illegible] Axenwinkel in dem berühm- [illegible] Grönland.

[illegible] hat als Geschenk von Norden- [illegible] Uifak Eisenblöcke erhalten. [illegible] Stück und Splitter von Eisen mit

[illegible] Petrographie. 3 Aufl. II, S. 991.

„anhaftendem“ Basalt. Von einem von diesen habe ich einen Dünnschliff herstellen lassen, der sowohl durch den metallischen Teil, wie durch den Basalt verläuft; einen ähnlichen Schliff, sowie einen Schliff des Basaltes erhielt ich von Prof. F. J. Wiik, der vor längerer Zeit das Gestein kurz beschrieben hat.[1]) Der Basalt ist sehr feinkörnig, und die Untersuchung der Pyroxendurchschnitte im konvergenten Licht deshalb eine schwierige. Meistens scheinen dieselben einen recht grossen Axenwinkel zu besitzen, es kommen aber Schnitte vor, in denen der Winkel 2 E sicher nicht über etwa 20° sein kann. An solchen beobachtete ich auch eine starke Axendispersion mit 2 E für blau kleiner als für rot, also wie beim Pyroxen aus dem Diabase von Richmond. Auch beobachtete ich an einem Pyroxendurchschnitt einen etwas grösseren Axenwinkel, ich schätzte denselben zu annähernd 40°.

In der Metallmasse habe ich keine Silikatbestandteile gefunden, aber dieselbe ist von einer schmalen Zone einer grobkörnigen doleritischen Abart des Basaltes umgeben. Diese Zone ist zwar von dem Eisen entstammenden Rostprodukten durchtränkt, aber an einigen Durchschnitten konnte ich den Axenwinkel beobachten. Derselbe ist teils gross, teils in von den übrigen Pyroxenkörnern im gewöhnlichen Licht nicht unterscheidbaren Körnern so klein, dass das Axenkreuz sich beim Drehen des Mikroskoptisches nicht öffnet, und die verschiedenen Quadranten blau und rot gefärbt sind, wie es beim Pyroxen von Richmond (Seite 39) beschrieben worden ist.

Das Pyroxenmineral des Basaltes von Uifak ist von Nicolau isoliert und analysiert worden (An. N:o 24 Seite 66). Da das Gestein nach Törnebohm und Nicolau ein wenig Olivin führt und die Pyroxenanalyse wenig Kalk und Eisen bei einem ziemlich hohen Sesquioxydgehalt zeigt, könnte man annehmen, dass der hohe Magnesiagehalt von einer geringen Beimengung von Olivin abhängt. Anderseits erklärt das Vorhandensein von Pyroxendurchschnitten mit kleinem Axenwinkel auch den geringen Kalk- und relativ hohen Magnesiagehalt der Analyse.

---

[1]) F. J. Wiik. Öfversikt af Finska Vet. Soc. Förh. XXIV 1882. S. 33.

Tellurischer Siderolith von Uifak auf Disko, Grönland.

Ausser den erwähnten ganz und gar metallischen Massen vom Ufer unterhalb Blaafjeld bei Uifak auf Disko, findet sich in der Sammlung des Mineralienkabinetts der Universität Helsingfors ein Stück eines „Eisens“ von Uifak, Disko (1870) [1]), das wahrscheinlich demselben Vorkommen bei Uifak wie die grossen Blöcke entstammt. Im Gegensatz zu den völlig aus metallischen Gemengteilen bestehenden übrigen Stücken zeigt dieses auf der geschliffenen Oberfläche ganz und gar die Eigenschaften eines meteorischen Mesosideriten.

Daubrée fand bei einem der grösseren Eisenstücke, das er von Nordenskiöld erhalten hatte, beim Durchsägen desselben, dass es bis zu 8 cm grosse, eckige, an Bruchstücke erinnernde Silikatpartien enthielt; zuweilen waren diese Einschlüsse aber rundlich und enthielten auch metallische Partikel. [2]) Daubrée vergleicht dieses Stück mit den im Besitze des Musée d'Histoire Naturelle befindlichen Platten des Meteoriten von Sierra de Deesa (Copiapo) und sagt, dass derselbe überhaupt den „Syssideriten“ ähnlicher ist als den „Holosideriten“.

Überhaupt lassen die widersprechenden Angaben von verschiedenen Autoren über die Eisenmassen und eisenführenden Gesteine von Disko es als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass sowohl die Eisen- wie die Silikateinschlüsse („Anorthitfelse“) von bedeutend wechselnder Zusammensetzung sein können. Die verschiedene Beständigkeit der Eisenstücke trockner Zimmerluft gegenüber zeigt schon, dass der Lawrencitgehalt derselben ein verschiedener sein muss. Der wechselnde Gehalt an Kohle der verschiedenen Analysen deutet darauf hin, dass der Cohenitgehalt auch ein sehr verschiedener ist. Ebenso scheint der Gehalt an metallischen Teilen und Silikaten in Stücken, welche beiderlei Bestandteile enthalten, verschieden zu sein. Das von Daubrée beschriebene Stück besteht hauptsächlich aus Eisen mit kleineren Mengen von Silikatpartien; das von mir als „tellurischer

---

[1]) Von Dr. A. Brezina in Wien erhalten.

[2]) A. Daubrée. Observations sur la structure interieure d'une masse de fer natif d'Ofvifak. Compt. rend. MXXXIV (1877). S. 66.

Siderolith“ bezeichnete Stück im Besitze der Universität Helsingfors zeigt auf der geschliffenen Fläche etwas mehr Gesteinspartien als metallische Teile. Es ist aber jedenfalls nach den Beschreibungen verschieden von denen von Nicolau [1]) und Törnebohm [2]) beschriebenen Basalten und Doleriten mit Eisenflittern, obgleich nach Törnebohms Beschreibung der Gehalt an gediegenem Eisen (Troilit und Schreibersit?) ein sehr wechselnder sein kann. Auch der Gehalt an gediegenem Eisen der „Anorthitfels“-Bruchstücke muss bedeutend wechseln können. Der hier zu beschreibende Siderolith gehört aber sicher nicht zu diesen. Ob der von Tschermak [3]) beschriebene „Eukrit“ von Ofvifak, von dem das eine der von ihm untersuchten Stücke ziemlich viel Eisen enthielt, dem siderolitischen Gestein ähnlich ist, geht nicht mit Bestimmtheit aus Tschermak's Beschreibung hervor, ist jedoch wohl möglich. Das demselben anhaftende schwarze Gemenge gehört ziemlich sicher zu den von Törnebohm und Nicolau als „Anorthitfelse“ bezeichneten Gebilden.

Lawrence Smith, der ein recht reichhaltiges Material zur Verfügung gehabt hat, teilt dasselbe nach dem Eisengehalt in verschiedene Typen [4]) ein. Sein Typus 4 muss sehr siderolithähnlich sein. Möglicherweise gehört auch das von Naukhoff [5]) als N:o 5 beschriebene und analysierte, in rundlichen Partien im Basaltgange vorkommende Gestein hierher. Es scheint jedoch den Anorthitfelseinschlüssen in manchen Beziehungen ähnlich zu sein, obgleich es eisenreicher ist wie die meisten derselben. Alle diese Untersuchungen sind an Material das von Nordenskiöld erhalten worden ist ausgeführt. Lorenzen, der das von Steenstrup eingesammelte, vielleicht noch reichhaltigere Material untersucht hat, sagt, dass alle Übergänge zwischen Gestein und Metall von den Basalten mit nur wenig Eisenflitter zu den gediegenen metal-

---

[1]) Th. Nicolau. Meddelelser om Grönland. XIV (1901). S. 219.

[2]) A. E. Törnebohm. Bih. till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar V (1878). N:o 10.

[3]) G. Tschermak. T. M. M. 1874. S. 165.

[4]) Lawrence Smith. Ann. de Chemie et de Physique, 5 Ser. XVI (1879). S. 465.

[5]) G. Naukhoff. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar I N:o 5. S. 20.

lischen Massen vorkommen.[1]) Lorenzen hat zwei Analysen des metallischen Anteils aus verschiedenen Teilen eines solchen Stückes, das zu etwa gleichen Teilen aus Silikat und metallischen Partien bestand veröffentlicht.[2]) Dieselben sind jedoch unvollständig und geben wenig Aufschluss über die Gesamtzusammensetzung des Gesteins. Intressant ist der hohe C-Gehalt (1,2—1,3 %).

Da ich von der Voraussetzung ausgehe, dass die Eisenklumpen sowohl wie die Anorthitfelseinschlüsse und die Doleritklumpen in dem Basalte von Disko intratellurischen Ursprungs sind, scheint mir die Tatsache, dass hier auch den Siderolithen entsprechende Eisenmassen vorkommen von Bedeutung zu sein, sowohl für die Beurteilung der genetischen Verhältnisse der Uifak-Gesteine selbst, wie für die Beziehungen zwischen den irdischen und meteorischen Gesteinen.

Das Siderolithstück von Uifak ist auf der polierten Oberfläche einem Mesosideriten oder Grahamiten vollkommen ähnlich, und gleicht, unter denen die ich gesehen habe, am meisten einem Stückchen von Llano del Inca. Wenn man die metallischen Körner spiegeln lässt, sieht man, dass sie aus zwei verschieden reflektierenden Teilen bestehen, die sonst einander ähnlich sind und in etwa derselben Menge die meisten Körner aufbauen.[3])

Im Gegensatz zu dem was über das Vorkommen der Eisenflitter im Dolerite (Basalte) in den Beschreibungen über dieselben erwähnt wird, hängen die metallischen Körner hier teilweise mit einander zusammen, und bilden bis 4 cm lange, streifenähnliche, stark verästelte und unregelmässige, teils auch zusammenhängende kleinere Partien. Man sieht schon auf der Schliffläche bis zu 4 mm lange und nicht volle 1 mm breite, scharf begrenzte Feldspatleistchen zuweilen ganz und gar, zuweilen mit einem Ende im Eisen eingebettet liegen. Sie sind

---

[1]) J. Lorenzen. Meddelelser om Grönland IV (1882). S. 139—140.

[2]) J. Lorenzen. Ibid. S. 143.

[3]) Laut einer brieflichen Mitteilung vor Dr. Brezina in Wien zeigt der eine Teil dieser metallischen Körner, wenn das Gestein in einer besonderen Art poliert ist („Polisage attaquée“ der Metallographisten) unter dem Mikroskope im reflektierten Licht ganz und gar dieselben Eigenschaften wie der Cohenit, der andere Teil diejenigen von Nickeleisen. — In Übereinstimmung hiermit steht der von Lorenzen gefundene C-Gehalt.

ebenso wie die anderen Silikatgemengteile dunkel grünbraun. Auf der Bruchfläche sieht das Gestein auch ganz so aus wie die meteorischen Mesosiderite. Hier und da kommen aber kleine stecknadelkopfähnliche, runde, glänzende, hellbraune Knollen vor, die aus der übrigen im Bruche ziemlich feinkörnigen Masse emporragen. Sie lassen sich leicht in ein gelbbraunes Pulver zerdrücken; es sind Metallkörner, die von einem gelbbraunen Zersetzungsprodukte umgeben sind.

Das spezifische Gewicht des Siderolithen beträgt 4,159.[1])

Da der Silikatanteil etwa dieselbe Zusammensetzung wie der Basalt von Uifak selbst besitzt, so muss das spezifische Gewicht desselben sehr nahe 3,0 sein. Das spezifische Gewicht der Eisenmassen von Uifak bestimmten Wöhler zu 5,82 Nordenskiöld zu 5,86—6,36, Lorenzen zu 6,87 und Nordström zu 7,05. Lindström fand das sp. G. der Eisenflitter aus dem Basalt gleich 6,24. Nimmt man an, dass der metallische Teil des Siderolithen das sp. G. 7 hat, so bestände das Gestein aus 71 Volumprozent Silikate und Magnetit und 29 Volumprozent metallische Teile. Bei einem sp. Gew. des metallischen Anteils von 5,8 würde derselbe 41 $^1/_2$ Volumprozent des Siderolithen ausmachen.[2])

Unter dem Mikroskope besitzt das Silikatgemenge vollkommen die Struktur und Zusammensetzung eines Diabases. Die Plagioklase bilden schlanke, nach der Brachy-Axe gestreckte Säulen, die nach dem Albitgesetze verzwillingt sind. Sie sind vollständig idiomorph, und wo sie in die Metallmasse hineinragen, besonders scharf ausgebildet. Nach den grossen Auslöschungsschiefen, die ich an mehreren Schnitten mit symmetrisch auslöschenden Albitzwillingen beobachtet habe (36°), sind diese Plagioklase recht kalkreich, wahrscheinlich basische Labradore oder saure Bytownite. Ausser diesen Feldspäten kommen auch einzelne grössere Feldspäte vor, die isometrisch ausgebildet sind (Anorthit?).

Die Pyroxene sind hell, schwach gelblichgrün, und nehmen

---

[1]) Durch Wägen des etwa 105 gr. schweren Stückes in Alkohol bestimmt.

[2]) Bei den meteorischen Siderolithen ist das Sp. Gew. im allgemeinen etwas höher, sie enthalten aber keinen Magnetit. Die Angaben über das Sp. Gew. derselben sind übrigens recht verschieden: Crab Orchard 4,27 (Whitfield) 4,745 (Kunz); Hamblen County 4,32 (Merril); Miney 4,484 (Whitfield) und 4,5—6,1 (L. Smith).

die Zwischenräume zwischen den Plagioklasleisten ein. Sie bilden jedoch keine einheitlichen Felder, sondern kleine Körner, die dicht aneinander gedrängt und nur wo sie an das Metall stossen idiomorph sind. Der Axenwinkel der meisten dieser Körner ist ein grosser, jedoch fand ich auch Körner, in denen das Axenkreuz sich kaum öffnete. In einigen Fällen beobachtete ich, dass der Pyroxen mit ziemlich grossem Axenwinkel an Stellen wo derselbe gegen das Eisen grenzte, von einer umhüllenden Zone von fast einaxigem Pyroxen umgeben war. — Es ist also wenigstens in untergeordneter Menge ein Pyroxen mit kleinem Axenwinkel in diesem irdischen Siderolith vorhanden.

Weiter fanden sich im Dünnschliffe zwei grössere gegenüber den anderer Gemengteilen idiomorph ausgebildete Körner eines farblosen Minerals, welches ich für Olivin halte. Die metallischen Körner sind fast immer von einer schmalen Hülle einer unter dem Mikroskop lebhaft gelbbraunen Substanz umgeben, die auch Spalten in den Eisenteilen ausfüllt. Ich glaube, dass sie von limonitischer oder göthitischer Natur ist und nichts mit dem aus dem Dolerit von Uifak beschriebenen, kolloidalen Eisensilikat gemeinsam hat. Wahrscheinlich stellt sie ein schon am Schlusse der Verfestigung des Gesteins gebildetes Zersetzungsprodukt des metallischen Anteils dar. Der nicht gar zu spärlich vorhandene Magnetit kommt nicht wie in den Diabasen in einzelnen Körnern vor, sondern bildet zusammen mit dem Magnetkies klumpenähnliche Partien, die zwischen den Silikaten und dem Metall liegen.

Wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, hat der Silikatanteil unbehindert von dem Metallteile des Gesteins kristallisiert; er hat sich wie innerhalb der Hohlräume eines Schwammes, dessen Gerüst der metallische Anteil war, verfestigt. Aber zur Zeit der Verfestigung der zwischenliegenden Silikatmasse muss das Metallgerüst noch selbst flüssig gewesen sein, denn die Silikate sind dem Metall gegenüber scharf idiomorph ausgebildet, und hierdurch erhielten die Eisenteile ihre zackige Begrenzung. Es hat folglich das Magma, aus dem der Siderolith hervorging, vor dem Erstarren aus einem inhomogenen Gemische zweier Flüssigkeiten bestanden, die sich noch nicht entmischt hatten, und von denen die eine aus den Plagioklas- und Pyroxensilikaten, die andere aus flüssigem Metall und Me-

tallverbindungen (gediegen Eisen mit Cohenit und etwas Schreibersit? Magnetkies und Magnetit?) zusammengesetzt waren. Die verschiedenen Proportionen zwischen dem metallischen Anteil und Silikatanteil erklären sich dann durch eine teilweise Entmischung, und durch ein Zerbrechen von schon auskristallisierten Silikatpartien, sowie Hineingeraten derselben in den noch flüssigen metallischen Anteil. In dieser Weise entstand möglicherweise das von Daubrée beschriebene Stück (Abgeb. b. Meunier [1]). In den metallärmeren, den z. B. von Törnebohm abgebildeten, waren wieder nur kleinere, in ungleicher Menge verteilte Metalltropfen innerhalb der Silikatflüssigkeit zurückgeblieben.

Diese Betrachtungen dürften auch für die meteorischen Siderolithe und Pallasite gültig sein, sie erklären das Vorkommen von bruchstückähnlichen Silikatpartien innerhalb des Nickeleisens (Crab Orchard, Vaca Muerta), und dass manche Stücke in der einen Hälfte rein metallisch sind, in anderen Teilen ganz aus Silikaten bestehen (Esterville).

Durch seinen hohen Plagioklasgehalt ist der Siderolith von Uifak von den meteorischen Grahamiten verschieden, schliesst sich aber eng an diese an. Auch habe ich bei keinem der meteorischen Grahamiten eine so regelmässige und grobkörnige Gesteinsstruktur beobachtet.

Die monoklinen Pyroxene der Meteoriten.

In Betreff der mineralogischen Natur, der in den Meteoriten enthaltenen Magnesia- und Eisenoxydulmetasilikate hat lange eine grosse Verwirrung geherrscht. Der „Chladnit“ von Shephard (gleich „Shephardit“, Rose), der „Howardit“ von Shephard, der „Piddingtonit„ von Haidinger (= „Shalkit“) und der „Victorit“ von Meunier waren von Anfang an nicht genügend scharf als selbständige, mineralogische Species charakterisiert, als dass sie von einander hätten unterschieden werden können. Es dauerte ziemlich lange bis es erkannt wurde, dass die rhombischen Pyroxene fast ebenso häufige Gemengteile der Meteoriten sind wie der

[1]) Stanislas Meunier. Les Metcorites Paris 1884. S. 152, Fig. 39.

Olivin, und dass die meisten der vorerwähnten, umstrittenen Minerale zu ihnen zu zählen sind.[1]) Dass es keinen Unterschied zwischen den meteorischen und tellurischen rhombischen Pyroxenen giebt, wurde auch bald allgemein anerkannt. Die vorerwähnten Minerale werden aber noch 1884 von Meunier,[2]) in seiner Arbeit „Meteorites" angeführt, zwar teilweise mit der Bemerkung, dass sie schlecht charakterisiert seien, und 1880 hat Lawrence Smith ein ebenso wenig genau bestimmbares Mineral aus dem Mesosiderit von Esterville als „Peckhamit" beschrieben.[3]) Tschermak hat kurz nachher gezeigt, dass der „Peckhamit" nur ein an Einschlüssen reicher rhombischer Pyroxen ist[4]), derselbe wird aber in Danas „System of Mineralogy" (1892) noch angeführt, wenngleich mit einer schwachen Reservation.[5])

Das Vorkommen von monoklinen Pyroxenen in den Meteoriten wurde viel früher mit Sicherheit festgestellt als das von rhombischen. Aber in Betreff der Natur derselben gehen die Ansichten auch jetzt in der Richtung, dass sie von allen bekannten tellurischen monoklinen Pyroxenen verschieden seien.

Schon 1895 konnte G. Rose durch goniometrische Messungen feststellen, dass die braunen Kristalle an den Wänden der Drusenräume im Eukrit von Juvinas monokliner Pyroxen sind.[6]) Dieselben besitzen nach Rose den Habitus der basaltischen Augite. Tschermak, der solche Kristalle aus Drusenräumen desselben Meteoriten später untersucht hat, giebt für dieselben die Formenausbildung der Diopside an.[7]) Ob eventuell beide Ausbildungsweisen neben einander vorkommen, ist bisher nicht klargelegt worden. Rose hat die Formen (100), (010), (110), $(11\bar{1})$, $(22\bar{1})$ beobachtet, Tschermak die Formen (100), (010), (110), (310),

---

[1]) Eine ausführliche Historik findet sich in Cohen's Meteoritenkunde I. S. 270—273.

[2]) Stanislas Meunier. Meteorites. Paris 1884. S. 79—80.

[3]) J. Lawrence Smith. Am. J. Sc. XIX (1880) S. 462 und XX, S. 136.

[4]) G. Tschermak. Die mikroskop. Beschaffenheit d. Meteoriten. Stuttgart 1885. Text. S. 23.

[5]) Dana. System of Mineralogy. 6 Aufl. 1892. S. 351.

[6]) G. Rose. Über die in Meteorsteinen vorkommenden kristallisierten Mineralien. P. A. 1825. IV. S. 174.

[7]) G. Tschermak. loc. cit. S. 6 und Lehrbuch d. Mineralogi. 6 Aufl. Wien 1906. S. 658

(510), (111), (001), ($\bar{2}21$). Ausser aus dem Stein von Juvinas ist ein monokliner Pyroxen nur aus dem Stein von Busti, von Story-Maskelyne, gemessen worden.[3])

Die erste Untersuchung über die chemische Beschaffenheit der monoklinen Meteorit—Pyroxene wurde von Rammelsberg in den Jahren 1848 und 1851 ausgeführt. Er analysierte den in Säuren löslichen und den unlöslichen Teil der Eukrite von Juvinas und von Stannern apart und fand, dass der lösliche Teil wesentlich aus Anorthit bestand, während der Pyroxengemengteil recht rein im unlöslichen Anteil nachblieb. Diese chemische Isolierungsmethode ist später auch bei anderen Meteoriten angewandt worden, doch führt sie nur in Fällen, wo der Pyroxen ein Hauptgemengteil des Meteoriten ist, wie zum Beispiel gerade bei den Eukriten, zu einwandsfreien Resultaten. Die Analysen, bei denen diese Methode verwendet worden ist, sollen deshalb bei der Beschreibung der Pyroxene der einzelnen Meteorite besprochen werden. An mechanisch isoliertem Material sind nur zwei Analysen ausgeführt worden, nämlich von Story-Maskelyn, an dem monoklinen Pyroxen aus Busti und von Ludwig, an dem Pyroxen aus Shergotty.

Sämtliche, sowohl durch Analyse wie durch Berechnung aus dem unlöslichen Teil des Meteoriten erhaltenen Zahlen, sind hier auf den Seiten 76—77, nach der Zusammenstellung in Cohen's Meteoritenkunde I S. 296 und 299 angeführt.

Hiernach gehören die monoklinen Pyroxene der Meteoriten wenigstens chemisch zu 5, zum Teil sehr verschiedenen Typen. Die vier Analysen aus Eukriten und Howarditen sind fast identisch, sie zeichnen sich durch einen geringen Sesquioxyd-, sehr hohen Eisenoxydul- (28—31 %) und niedrigen Kalkgehalt (5 ½—8 %) aus. Der Pyroxen aus Novo-Urei ist noch kalkärmer, aber sehr magnesiareich und eisenoxydularm. Derjenige aus Shergotty steht den Eukritpyroxenen nahe, ist aber etwas eisenoxydulärmer und kalk- und magnesiareicher. Derjenige von Busti ist wiederum ganz eisenoxydulfrei, ziemlich kalkreich und sehr magnesiareich. Und schliesslich unterscheidet sich derjenige von Angra dos Reis durch seinen sehr hohen Sesquioxyd- und Kalkgehalt von allen anderen Pyroxenen der Meteoriten.

---

[3]) Nevil Story-Maskelyne. Phil. Trans. of the Royal Society. CLX. 1870. S. 202.

	I, 1	I, 2	II, 1	II, 2	III, 2
SiO_2	52,50	52,86	49,31	50,40	50,57
TiO_2	(0,16)	—	—	—	—
Al_2O_3	0,24	—	2,63	—	—
Fe_2O_3	—	—	—	—	—
FeO	31,07	30,70	28,48	31,64	30,33
MnO	—	—	1,25	—	—
MgO	10,06	10,16	9,94	10,34	11,24
CaO	5,73	6,32	8,18	7,62	7,86
Na_2O	} 0,40	—	0,35	—	—
K_2O		—	0,10	—	—
S:a	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I, 1. Eukrit von Juvinas. Durch Salzsäure unzersetzbarer Anteil der Silikate nach Abzug von 2,13 % Chromeisen und 0,16 % TiO_2 auf 100 berechnet.
C. Rammelsberg. Die chemische Natur d. Meteoriten. Abh. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin. 1870. S. 128.

I, 2. " " " Die Zusammensetzung des monoklinen Pyroxens berechnet aus der Gesamtzusammensetzung der Silikate durch Abzug des berechneten Anorthits.
C. Rammelsberg. Ibid. S. 129.

II, 1. Eukrit von Stannern. Durch Salzsäure unzersetzbarer Anteil der Silikate, nach Abzug von 0,83 % Chromeisen auf 100 berechnet.
Analyse v. Rammelsberg. P. A. 1851. LXXXIII. S. 592.
Berechnung v. Cohen. Meteoritenkunde I. S. 296.

II, 2. " " " Die Zusammensetzung des monoklinen Pyroxens berechnet aus der Gesamtzusammensetzung der Silikate durch Abzug des berechneten Anorthits.
C. Rammelsberg. Ibid. (1870.) S. 129.

III, 2. Eukrit von Peramiho. Die Zusammensetzung des pyroxenischen Anteils berechnet aus der Gesamtzusammensetzung der Silikate durch Abzug des berechneten Anorthits.
Fr. Berwerth. Sitzb. d. Akad. Wien. CXII. (1903.) S. 774.

IV, 2. Howardit von Petersburg. Die Zusammensetzung des pyroxenischen Anteils berechnet aus der Gesamtzusammensetzung der Silikate.

IV, 2	V, 2	VI, 1	VII, 1	VII, 3	VIII, 1	IX, 3
52,94	50,25	52,34	54,87	56,05	55,49	46,40
—	—	—	—	—	Sp.	—
—	—	0,25	0,61	2,55	—	9,60
—	—	—	—	—	0,54	2,70
29,76	31,62	23,19	8,08	7,21	—	7,47
—	—	—	0,44	0,38	—	—
11,86	11,17	14,29	33,81	31,48	23,33	9,72
5,44	6,96	10,49	2,19	2,33	19,98	24,30
—	—	Sp.	—	—	0,55	0,30
—	—	—	—	—	—	0,22
100,00	100,00	100,56	100,00	100,00	99,89	100,71

Analyse von Lawrence Smith.
Berechnung von C. Rammelsberg. Ibid. S. 129.

V, 2. Howardit von Luotolaks. Berechnung von Rammelsberg nach einer Analyse von A. E. Arppe.
C. Rammelsberg. Ibid. S. 135. (Die Berechnung gründet sich auf falsche Voraussetzungen über das von Arppe analysierte Material. Vergl. S. 97—99.)

VI, 1. Shergottit von Shergotty. Analyse des separierten monoklinen Pyroxens. Sp. G. 3,466.
G. Tschermak. Sitzb. d. Akad. z. Wien 1872 LXV. 1. S. 126.

VII, 1. Ureilit von Nowo-Urei. Durch Salzsäure unzersetzbarer Anteil der Silikate unter Abzug von 0,65 % Chromit und 2,26 % C ohne sonstige Korrektionen auf 100 berechnet.

VII, 3. „ „ „ Zusammensetzung des Pyroxens nach der Berechnung von Jerofeieff und Latschinoff auf 100 % umgerechnet.
M. Jerofeieff u. P. Latschinoff. Verh. d. Russ.-Kais. Min. Ges. Bd. XXIV. Sep. Abdr. S. 23.
E. Cohen. Meteoritenkunde I. S. 296.

VIII, 1. Bustit von Busti. Mittel zweier Analysen des separierten monoklinen Pyroxens.
N. Story-Maskelyne. Phil. Trans. 1870. CLX. S. 204.

IX, 3. Angrit von Angra dos Reis. Zusammensetzung des Pyroxens aus der Analyse des in Salzsäure unlöslichen Anteils des Meteoriten berechnet.
E. Ludwig und G. Tshermak. T. M. P. M. 1887. VIII. S. 348.

	I, 1 a	II, 1 a	VI, 1 a	VII, 1 a	VIII, 1 a	IX, 3 a
SiO_2	52,42	49,51	50,09	47,56	49,18	46,25
Al_2O_3	0,14	1,56	0,15	0,31	—	5,63
Fe_2O_3	—	—	—	—	—	1,01
FeO	25,85	23,70	18,50	5,83	0,36	6,20
MnO	—	1,06	—	0,32	—	—
MgO	15,07	14,97	20,51	43,95	31,02	14,53
CaO	6,13	8,80	10,75	2,03	18,97	25,95
Na_2O	} 0,39	0,33	—	—	} 0,47	0,29
K_2O		0,07	—	—		0,14
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

I,1a—II,1a, VI,1a—VIII,1a und IX,3a. Molekularzusammensetzung in Prozenten der Analysen I,1, II,1, VI,1—VIII,1 und IX,3.

Tschermak äussert betreffend die Zusammensetzung des Pyroxens aus Shergotty:[1]) „Diese Zusammensetzung entspricht keinem bekannten irdischen Mineral aus der Pyroxengruppe, denn der Kalkerdegehalt ist viel geringer als er bisher bei diesen Mineralen gefunden worden. Dagegen stimmt die Analyse nahezu mit dem Verhältnis

$$CaO\ 2\,MgO \cdot 2\,FeO \cdot 5\,SiO_2$$

überein, — — —. Wollte man aus dieser Zusammensetzung auf bekannte Minerale schliessen, so müsste man ein Gemenge von Hypersthen und Hedenbergit annehmen, und zwar müsste der Hypersthen weitaus überwiegend sein. Dem widersprechen die übrigen Beobachtungen ganz entschieden.[2]) — — — Es bleibt demnach kein Zweifel, dass das augitähnliche Mineral im Shergotty-Meteoriten eine chemische Verbindung darstellt, welche in den irdischen Mineralen noch nicht aufgefunden worden.“ Dieses gilt nach Tschermak natürlich im noch höheren Grade für die Pyroxene der Eukrite bei denen der Unterschied ein ähnlicher, aber noch grösserer ist. Auch später hat sich Tschermak in derselben Richtung ausgesprochen:[3]) „Kristalle von der Form

[1]) G. Tschermak. Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. z. Wien 1872. LXV. I. S. 127.

[2]) Diese Aussprache Tschermak's ist fast mit der, auf Seite 10 angeführten, zwölf Jahre später von Teall über den Pyroxen des Whinsill-Diabases gemachten, identisch.

[3]) Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. z. Wien. XXXVIII. (1883.) S. 370. Lehrbuch d. Mineralogie. Sechste Auflage 1905. S. 657.

des Augits, aber von geringerem Kalkgehalte als der tellurische Pyroxen, wurden in mehreren Steinen beobachtet." [1]) Dieser Auffassung haben sich Cohen [2]) und Berwerth [3]) angeschlossen.

Über die optischen Eigenschaften der meteorischen Pyroxene sind in der Literatur nur sehr wenige und mangelhafte Angaben vorhanden, dieselben sollen in den einzelnen Fällen angeführt werden. Meist sind nur das Aussehen und etwa charakteristische Interpositionen und lamelläre Strukturen beschrieben worden.

Die Pyroxene der Eukrite.

In keiner anderen Meteoritengruppe (dem eigentümlichen, fast nur aus Augit bestehenden Stein von Augra dos Reis ausgenommen) nimmt der monokline Pyroxen quantitativ eine so bedeutende Stellung ein wie in den Eukriten. Nach den Untersuchungen von Rammelsberg beträgt der Gehalt an Pyroxen in den Eukriten von Juvinas und Stannern etwa 63 u. 65 Gewichtsprozent. [4])

Juvinas (1821).

Aus Juvinas haben Rose [5]) und Tschermak [6]) dreierlei monokline Pyroxene beschrieben:

---

[1]) Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten erläut. d. photographische Abbildungen. Stuttgart 1885. Text S. 4.

[2]) E. Cohen. Meteoritenkunde. I. S. 297. Stuttgart 1894.

[3]) F. Berwerth. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. z. Wien. CXII. S. 753, 756, 774—775.

[4]) C. Rammelsberg. P. A. LXXIII 1848 S. 585 und LXXXIII 1851. S. 592.

[5]) G. Rose. Beschreibung und Einteilung der Meteoriten. Abh. Berl. Acad. 1863. S. 126.

[6]) G. Tschermak. T. M. M. 1874. S. 169—170. Die mikroskop. Beschaffen. d. M. Stuttgart 1885. Text. S. 6—7.

1) „Augit“ aus den Drusenräumen.

2) Der Pyroxen der den Hauptgemengteil des Gesteins ausmacht.

3) Gelbes Silikat (Rose), = „gelber körniger Augit“ (Tschermak).

Ich habe keine Gelegenheit gehabt die Pyroxene aus den Drusenräumen zu studieren. Nach Tschermak [1]) sind sie braunschwarz und aus unzähligen, dünnen (Zwillings-)Lamellen parallel 001 aufgebaut. Die schwarze Farbe rührt von zahllosen Einschlüssen her, welche meist schwarz, seltener braun sind, teils nadelförmig, teils rundlich geformt erscheinen. Die braunen rundlichen erweisen sich als Glaseinschlüsse und sind vorzugsweise der Basis parallel angeordnet, die nadelförmigen, deren Natur nicht ermittelt werden konnte, sind parallel der aufrechten Axe gelagert. „Die Auslöschung auf der Längsfläche giebt einen Winkel von 52° 10′, während derselbe Winkel für Diopsid von Ala = 51° 6′, n. Des Cl. Blättchen parallel a = 100 geben das Bild einer optischen Axe in ähnlicher Lage wie der Diopsid von Ala.“

Sowohl dieser Pyroxen aus den Drusenräumen wie das „gelbe Silikat“ (3) haben der Menge nach eine gegenüber dem den Hauptteil des Meteoriten aufbauenden Pyroxen, sehr geringe Bedeutung. Dieser ist im auffallenden Licht ziemlich hell graubraun. Die Grösse der Körner ist in verschiedenen Teilen des Meteoriten recht verschieden, da derselbe bekanntlich grössere und kleinere, in einer feineren Gesteinsmasse lagernde bruchstückähnliche Partien enthält, welche meist ziemlich grosskörnig und von sehr schöner ophitischer Struktur sind. Auch die zwischen den deutlich ophitisch struirten Partien liegende Meteoritenmasse ist wohl ursprünglich rein ophitisch struirt gewesen, obgleich sie jetzt teilweise eine Trümmerstruktur besitzt, denn fast überall sieht man auch hier Partien, die so zu sagen Reste einer ophitischen Struktur aufweisen. Oft kommen aber hier auch bedeutend feinkörnigere, ophitisch struirte Stellen vor, die Bruchstücke der grösseren sowohl Anorthite wie Pyroxene einschliessen, und der Pyroxengemengteil dieser Partien ist gerade das „gelbe, körnige Silikat“. Ich glaube nach meinen Beobachtungen

[1]) loc. cit. (M. B. d. M. 1885). S. 6.

denselben Schluss ziehen zu müssen wie Tschermak [1]), nämlich dass diese Partien durch eine spätere partielle Schmelzung und Umkristallisation entstanden sind. Eine sehr instruktive Abbildung eines dieser Stellen im Meteorit findet sich in dem Tschermak'schen Tafelwerk, Taf. I Fig. 3, (man vergleiche auch die Beschreibung zur Abbildung). Tschermak hat beobachtet, dass das „gelbe, körnige Silikat" an vielen Stellen dieselbe feine Lamellentextur besitzt wie der hauptsächlich im Meteorite vorkommende Pyroxen, und hält es deshalb für „Diopsid ohne schwarze Einschlüsse". „Obwohl man sich den Vorgang nicht leicht erklären kann, so macht doch alles dieses den Eindruck, als ob die früher tuffartige Grundmasse umgeschmolzen wäre, wobei wieder Anorthit, anderseits aber gereinigter Diopsid auskristallisiert wären." [2]) Das gelbe körnige Silikat kann im Dünnschliffe durch den Mangel an den, für den monoklinen Pyroxen der Eukrite so sehr charakteristischen Einschlüssen und der etwas helleren Färbung von den bräunlichen Pyroxen leicht unterschieden werden. Ich habe an mehreren Stellen innerhalb der Felder, die von den kleinen Körnern des „gelben Silikates" eingenommen werden, Partien gesehen, die ganz die Eigenschaften des Pyroxens besitzen, aber von dem „gelben Silikat" eingeschlossen sind. Auch wo das gelbe Silikat grössere, zuweilen langgestreckte Individuen bildet, habe ich Reste des ursprünglichen bräunlichen, gestreiften Pyroxens gesehen. Meiner Meinung nach ist deshalb das „gelbe Silikat" ein Umschmelzungsprodukt des Pyroxens, und zwar sowohl der grösseren Pyroxenkörner, wie der Pyroxensplitter der „Grundmasse". Als Rest eines grossen Pyroxens möchte ich zum Beispiel den mittleren Teil von Fig. 2, Taf. III des Tschermak'schen Tafelwerkes deuten. Ebenso sind wohl die im rechten, unteren Teil der Fig. 3 Tafel I vorhandenen kleinen Körner des gelben Silikates aus dem übrigen Teil des abgebildeten grossen Pyroxenbruchstückes hervorgegangen. Wo das „gelbe, körnige Silikat" auftritt, finden sich gewöhnlich grosse Massen von winzigen, schwarzen undurchsichtigen Körnern, die sicher gleichzeitig mit dem gelben Silikat entstanden sind.

---

[1]) G. Tschermak. Sitzb. d. Akad. zu Wien. LXXXVIII (1883). S. 369.

[2]) G. Tschermak. Beitrag zur Classification der Meteoriten. Sitzb. Akad. zu Wien LXXXVIII (1883). S. 369.

Dass genau dieselben Strukturen, die Tschermak abgebildet hat, an mehreren Stellen in meinen Schliffen vorkommen, zeigt, dass der ganze Meteorit Verhältnissen ausgesetzt gewesen ist, die überall innerhalb des Gesteins dieselben Umwandlungsstrukturen hervorgerufen haben. Wahrscheinlich ist er, nachdem schon eine teilweise Zertrümmerung des ja sehr spröden Gesteins stattgefunden hatte, einer so hohen Temperatur ausgesetzt worden, dass der Pyroxen teilweise geschmolzen ist, von dem Anorthit aber nur die feinsten Teile. Da der Pyroxen sehr eisenreich ist, ist er wahrscheinlich ein niedrig Schmelzender, und da der Schmelzpunkt des reinen Anorthits nach den neuen Bestimmungen von Day und Allen über 1,500° liegt [1]) ist es erklärlich, dass er widerstandsfähiger gewesen ist. Aber auch in den Anorthitkörnern kommen randlich Strukturen und namentlich Unterschiede in der Art und der Verteilung der Einschlüsse vor, die ich als durch eine beginnende Schmelzung hervorgerufen deuten möchte. Die oben ausgesprochene Ansicht findet darin eine Bestätigung, dass ich im Howardit von Luotolaks „Eukritbruchstücke" gefunden habe, die aus teilweise resorbierten Anorthitleisten und Bruchstücken, die in einem fluidalen schwarzen Glase liegen, bestehen. Die Anordnung und Form der Anorthitleisten zeigt, dass sicher ophitisch struirte Eukritbruchstücke ursprünglich vorgelegen haben; die Abkühlung des teilweise geschmolzenen Stückes ist aber hier eine so schnelle gewesen, dass die Schmelzprodukte teilweise glasig erstarrt sind, wogegen sie, nach meiner Deutung, im Eukrit von Juvinas zu „gelbem, körnigem Silikat", Anorthit und den schwarzen opaken Körnern (Magnetit?) auskristallisiert sind.

Da die Struktur des Eukrites von Juvinas in den deutlich kristallisierten Teilen eine ophitische ist, in den anderen eine Trümmerstruktur, so hat der Pyroxen keine selbständige Kristallbegrenzung, sondern tritt ähnlich wie bei den ophitischen Diabasen in eckigen Feldern, die von den Anorthitleisten begrenzt und durchschnitten werden, oder auch in unregelmässigen Bruchstücken auf. Die Spaltbarkeit nach dem nahezu rechtwinkligen Prisma ist deutlich. Daneben tritt eine feine Spaltbarkeit

---

[1]) Day & Allen. Am. J. Sc. XIX, Febr. 1905.

nach der Basis auf und einzelne Spaltrisse nach der Quer- und der Längsfläche sind auch vorhanden.

Im durchfallenden Licht ist die Farbe des Pyroxens eine blass graubraune, dieselbe wird durch die zahllosen, winzigen, wolkenartig im Pyroxen verbreiteten Einschlüssen bedingt. Ausserdem kommen auch grössere stabförmige, etwa 5/1000 mm lange, braune Einschlüsse vor, die sowohl durch ihre Menge wie durch ihre sehr charakteristische Lagerung und Anordnung das eigentümliche lamelläre oder gestreifte Aussehen dieser Pyroxene bedingt. (Vergl. Taf. I Fig. 3 und Taf. III Fig. 1 des Tschermak'schen Tafelwerkes.). Die Stäbe sind alle etwa gleich lang und parallel neben einander, in etwa gleichen Abständen von einander gelagert. Sie bilden in dieser Weise bänderartige Streifen, die parallel der Basis des Pyroxens, in gleichen Abständen von einander liegen. Die einzelnen kleinen Stäbe dieser Bänder liegen aber parallel der Prismenaxe des Pyroxens. Oft sind die Mineralkörner nach der Querfläche verzwillingt, und dann entsteht ein federfahnenähnliches Gebilde, wie es bei den Pyroxenen von Föglö (Seite 26) und Pieni Perävaara (Seite 47) beschrieben wurde. Hier beruht die Erscheinung aber noch auf einer dritten Ursache, es sind nämlich bänderartig geordnete Einschlüsse, die die „Streifung“ nach der Basis bedingen. Ausser diesen nach der Basis gelagerten Streifen von Einschlüssen sieht man oft in klinopinakoidalen Schnitten ähnliche Reihen von Einschlüssen, die den Reihen nach 001 unter einem stumpfen Winkel schneiden, und demnach parallel einem positiven Hemidoma verlaufen, das etwa denselben Winkel wie die Basis gegen die Querfläche bildet, $(10\bar{1})$. Die Einschlüsse dieser Streifen sind aber kleiner und die Streifung tritt weniger deutlich hervor wie die nach der Basis. In etwa senkrecht gegen die Prismenrichtung verlaufenden Schnitten (und überhaupt in Schnitten der ortodiagonalen Zone) sehen diese Einschlussbänder aus wie perlschnurartig an einander gereite, schwarze Pünktchen, sie verlaufen parallel der Ortoaxe. In solchen Schnitten trifft man dann ausserdem Einschlussreihen, die nach dem Grundprisma orientiert sind und in denen die einzelnen kleinen Stäbe parallel der Klino-axe liegen.

Ich habe die Orientierung der Einschlussbänder so ausführlich beschrieben, weil diese so sehr charakteristisch für die mo-

noklinen Pyroxene der Eukrite sind und weil sie, da ja wie aus der Beschreibung hervorgeht, in Schnitten der ortodiagonalen Zone nur parallel der Ortoaxe dagegen keine parallel dem Klinopinakoid verlaufenden Einschlussbänder vorkommen, ein Mittel bieten die Lage der optischen Axenebene festzustellen auch in unregelmässig begrenzten Schnitten, wo dieses sonst nicht möglich ist.

Hier und da kommen unregelmässige Sprünge im Pyroxen vor. An diesen haben sich schwarze rundliche Einschlüsse angehäuft, und der Pyroxen ist in der Nähe derselben lichter und wie reiner.

In allen Durchschnitten des Pyroxens, die ich im konvergenten Licht prüfen konnte, erweist es sich, dass der Winkel der optischen Axen ein sehr kleiner ist. Wenn der Schnitt schief gegen die Bisektrix getroffen ist, sieht man ähnlich wie bei den einaxigen Kristallen beim Drehen des Präparates die Arme eines Kreuzes sich parallel den Okularfäden über das Gesichtsfeld bewegen. Die Messungen des Axenwinkels an ziemlich genau senkrecht gegen die Bisektrix gelegenen Schnitten zeigt, dass die Grösse desselben in verschiedenen Schnitten ein wenig variiert, und auch innerhalb desselben Durchschnittes finden Schwankungen der Grösse statt. Die Dispersion ist eine sehr kräftige, die Hyperbeln sind teils rot innen, blau aussen, teils umgekehrt. Bei Verwendung der auf Seite 38 (Anm.) beschriebenen Untersuchungsmethode, findet man beim Verschieben des Präparates mit den Schrauben des Kreuzschlittentisches, dass die Grösse des Axenwinkels von den Teilen des Minerals aus, in denen er die höchsten Werte besitzt, ganz allmählich sinkt, um erst für die eine Farbe die Nullage zu passieren, dann für die andere, und hierauf öffnet sich das Kreuz in der gegen die vorige Lage der optischen Axenebene senkrechten Richtung. Die Dispersion ist jetzt der früheren entgegengesetzt. Das heisst, das Verhalten des Minerals ist in dieser Hinsicht ganz dasselbe wie das des Pyroxens aus dem Diabase von Richmond S. Afrika (Seite 39). Die optische Symmetriaxe $\mathfrak{c}$ ist auch in der neuen Lage spitze Bisektrix, und es sind die Richtungen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$, die ihre Plätze tauschen. Der optische Charakter des Pyroxens ist also in beiden Lagen der Axenebene positiv.

Auf Grund davon was über die Orientierung der Einschlussbänder auf Seite 83 gesagt worden ist, konnte ich feststellen,

dass die Hyperbeln innen blau, aussen rot sind, wenn die Axenebene parallel dem Klinopinakoid liegt. Es ist also für

$$b = \mathfrak{b} \quad \varrho < v$$

und für $b = \mathfrak{a} \quad \varrho > v$

Der Axenwinkel 2E scheint in der normalsymmetrischen Lage im allgemeinen eine Grösse von etwa 20° zu besitzen; der grösste Wert (2E), der beobachtet wurde, ist zwar nur 49 $^{1}/_{2}$, aber es lässt sich voraussetzen, dass er eventuell noch grösser sein kann, und wenn der Winkel 2 W 90° überschreitet, wird die kristallographische b-Axe, mit der die optische Symmetriaxe $\mathfrak{a}$ dann zusammenfällt, spitze Bisektrix, und das Mineral wird negativ wie der Hypersthen. Es wird sich aber von diesem dadurch unterscheiden, dass die Axenebene nicht parallel der Querfläche ist, sondern einen Winkel gleich der Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid mit der Querfläche bildet. Darin, dass dieser Fall tatsächlich vorkommt, sehe ich die Erklärung des Verhaltens einiger klinopinakoidalen Pyroxenschnitte, welches mir, solange ich noch nicht die Beobachtung gemacht hatte, dass die Axenebene bei monoklinen Pyroxenen auch eine normalsymmetrische Lage haben kann, ganz unverständlich war. An einem ziemlich genau parallel dem Klinopinakoid verlaufenden Durchschnitt eines grossen, nach der Prismenrichtung langgestreckten Pyroxens beobachtete ich nämlich Folgendes:[1]) Das Korn ist der ganzen Länge nach von einer Zwillingsgrenze durchsetzt, die dasselbe in zwei etwa gleich breite nach 100 verzwillingte Hälften teilt. Im gewöhnlichen Licht sieht man die durch die Einschlüsse bedingten Streifen, die in diesem Fall parallel dem Ortodoma verlaufen, überall innerhalb der beiden Zwillingshälften; sie bilden einen stumpfen Winkel von etwa 148° mit einander. Schiebt man den oberen Nicol ein, so zeigt der grösste Teil derbeiden Zwillingshälften dieselbe hohe Interferenzfarbe („Himmelsblau" derzweiten Ordn.) und grosse Auslöschungsschiefen $c:\mathfrak{c}$ nahezu 40°. Es kommen aber inmitten des Pyroxens grosse Partien vor, die teils einheitlich Braungelb der ersten Ordnung zeigen, teils reines Grau der ersten Ordnung. Dieselben haben eine paralellogramartige Form und sind von 100 und 10$\bar{1}$ be-

[1]) Der Durchschnitt ist in der Fig. 3. S. 87 abgebildet.

grenzt. Zum Teil werden diese Partien leistenförmig schmal. Da
Ganze sieht überhaupt wie eine schachbrettähnliche Verwachsun
zweier Minerale aus. Diese Partien kommen in beiden Zwil
lingshälften vor, und sowohl die Zwillingsgrenze nach 100 wi
die nach 10$\overline{1}$ gelagerten Streifen von Einschlüssen durchziehe
dieselben ohne Abbruch. Beim Ausschalten des oberen Nicol
kann man die Partien deshalb nicht von dem umgebenden Py-
roxen unterscheiden, und ein Unterschied in der Lichtbrechun
ist auch nicht bemerkbar. Zwischen gekreuzten Nicols zeige
wie erwähnt, die blauen Partien des Minerals die gewöhnliche
grossen Auslöschungsschiefen der monoklinen Pyroxene, die braun-
gelben zeigen unbedeutend niedrigere Auslöschungsschiefen (zwi-
schen 30 und 40°) und die grauen haben eine nur ganz klein
Auslöschungsschiefe. Da ich fand, dass diese grauen Partie
im konvergenten Licht den Austritt einer negativen spitzen Bi-
sektrix mit der Axenebene parallel der c Richtung zeigen, glaubt
ich anfangs, dass dieselben Hypersthenpartien seien, die mit de
monoklinen Pyroxen verwachsen sind. Dieses kann aber nich
der Fall sein, denn sie haben eine wenn auch nur wenig schief
Auslöschung. Würde der Durchschnitt auch ein wenig schie
gegen 010 verlaufen, was der in Fig. 3 abgebildete auch tat-
sächlich tut, und die schiefe Auslöschung in den schwach dop-
pelbrechenden Partien mit Austritt einer negativen Bisektri
hierdurch zu Stande kommen, so müsste sie in beiden Zwillings-
hälften des Gesamtpyroxens bei diesen Partien dieselbe sein
denn 100 ist Symmetrieebene beim Hypersthen, und die optisch
Orientierung müsste auf verschiedenen Seiten dieser monokline
Zwillingsgrenze dieselbe sein. Weiter bleibt das Vorkommen de
braungelben Partien bei einer Annahme, dass die grauen Partie
Hypersthen sind unerklärt. Auch wäre es sehr merkwürdig, wen
die parallel dem Ortodoma des monoklinen Pyroxens gelagerten Rei-
hen von Einschlüssen ohne Unterbrechung die rhombischen Partie
durchziehen könnten. Aus diesem letzteren Grunde ist es auc
nicht möglich, dass die Partien mit niedriger Doppelbrechun
und Austritt einer spitzen Bisektrix auf dem Klinopinakoid mi
dem übrigen Teil des Pyroxens in Zwillingsstellung, nach irgen
einem unbekanten Zwillingsgesetze, stehen. Ich glaube deshal
annehmen zu müssen, dass, wie in dem Vorigen auseinander-
gesetzt wurde, der Axenwinkel in der normalsymmetrischen Lag

soweit anwachsen kann, dass $\mathfrak{b} = \mathfrak{a}$ spitze Bisektrix wird, und dass die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ hierbei stark abnimmt. Es läge aber hier kein stätiger Übergang solcher Teile mit verschiedener optischer Orientierung vor, sondern dieselben wären mit einander gewissermassen felderförmig verwachsen. Ich werde, um Wiederholungen zu entgehen, diese Verhältnisse erst später diskutieren.

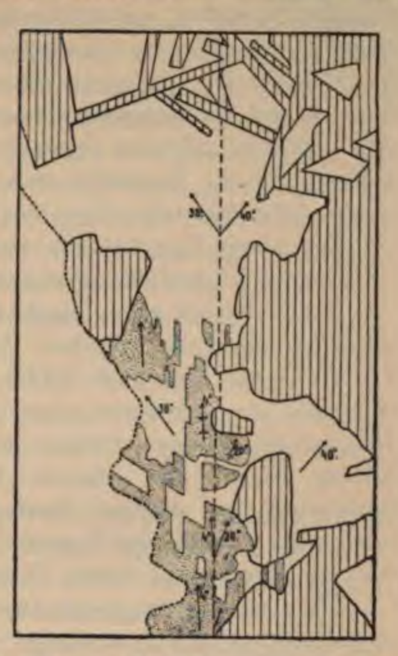


Fig. 3. Durchschnitt eines monoklinen Pyroxens aus dem Eukrit von Juvinas. Das Mineral ist von Anorthit umgeben und im oberen Teil des Bildes von schmalen Leisten dieses Minerals durchschnitten. Der monokline Pyroxen ist im Bilde weiss, der Anorthit vertikal schraffiert. Der Schnitt verläuft nahezu parallel dem Klinopinakoid. Der Pyroxen besteht aus zwei nach 100 verzwillingten Hälften. Die Zwillingsgrenze ist mit - - - - bezeichnet. Die Felder von schwacher Doppelbrechuug in denen eine negative Bisektrix senkrecht austritt sind fein punktiert. Die Pfeile geben die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ in den verschiedenen Teilen des Pyroxens an. Die braunen Felder sind aus der Figur fortgelassen, die orientierten Einschlusstreifen im Pyroxen und die Spaltrisse nach 001 ebenso. Vergr. 33. +

An den Schnitten, an denen ich den Austritt der spitzen Bisektrix beobachten konnte, zeigte es sich, dass, die Lage der Axenebene meist eine normalsymmetrische ist und dass die Grösse des Axenwinkels 2 E in dem grössten Teil der Durchschnitte zirka 20° beträgt. Wo die Grösse innerhalb eines und desselben Schnittes wechselt, findet man dass sie doch meist sowohl in der symmetrischen wie in der normalsymmetrischen Lage nur selten einen grösseren Wert wie etwa 30° für 2 E annimmt. Der grösste Wert den ich bei der normalsymmetrischen Lage der Axenebene fand war 49° 22′, und bei symmetrischer 41° 17′. An dem äusseren Rand eines wie es scheint angeschmolzenen Kornes mass ich jedoch 2 E = 59° 50′, bei symmetrischer Lage der Axenebene; der Innere Teil desselben Kornes besass einen ganz kleinen Axenwinkel.

Die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ in Schnitten bestimmt, die wenigstens sehr nahe parallel dem Klinopinakoid verlaufen und die die höchsten Interferenzfarben zeigten, in denen also die Axenebene eine symmetrische Lage hat, beträgt nahezu 40°.

Jonzac 1819. In einem älteren Dünnschliff von Jonzac, den ich untersuchen konnte, besitzt der monokline Pyroxen ganz dasselbe Aussehen wie in Juwinas. Auch hier habe ich an mehreren Pyroxenkörnern einen ganz kleinen Axenwinkel beobachten können. Das Präparat war aber nicht so gut, dass ich hätte den Winkel 2 E messen können. In diesem Dünnschliff fand sich auch ein grösseres Pyroxenkorn, das den Austritt einer negativen spitzen Bisektrix eines ziemlich grossen Axenwinkels zeigte. Möglicherweise liegt hier Hypersthen vor, vielleicht auch ein monokliner Pyroxen mit normalsymmetrischer Axenlage, und so grossem Axenwinkel, dass $\mathfrak{a}$ spitze Bisektrix ist. (Vergl. S. 85.)

Auch Jonzac muss, nach den Stücken zu urteilen, die ich gesehen habe, von ziemlich inhomogener Beschaffenheit sein. Ein Stück von 6 gr. Gew. (früher im Besitze Damour's) war mikroskopisch den gröberen, ophitisch struirten Bruchstücken aus Juvinas vollkommen ähnlich, der Pyroxen hatte dieselbe graubraune Farbe. Ein grösserer Splitter (aus der Gregory'schen Sammlung) war dagegen fasst ganz weiss, obgleich er anscheinend etwa ebenso viel Pyroxen enthielt, so sehr hell graubraun war der Pyroxen in diesem Stück.

Aus diesem Fragment liess ich einen Dünnschliff herstellen, es besteht aus einem Gemenge von kleineren und grösseren Mineralsplittern und von Gesteinsbruchstücken von ophitischer Struktur. Die mikroskopisch helle Farbe des Pyroxens ist darin begründet, dass er meist ganz frei von den aus Juvinas beschriebenen Einschlussbändern ist. Einzelne Körner kommen aber vor, die ganz dieselben Einschlüsse wie sie aus Juvinas beschrieben worden sind, besitzen. An einem solchen Korn, das aus zwei nach dem Ortopinakoid verzwillingten Hälften bestand, trat die spitze positive Bisektrix in der einen Hälfte fast senkrecht aus. Den Axenwinkel 2 E schätzte ich zu $< 20^{\circ}$, die Lage der Axenebene war eine normalsymmetrische, die Dispersion $\varrho > v$. Überhaupt ist der Pyroxen dem von Juvinas sehr ähnlich, auch bei den fast einschlussfreien Individuen ist der Axenwinkel ganz klein, die Dispersion ziemlich stark, und die Doppelbrechung ebenso. Ausserdem kommen aber einzelne Körner vor, die einen feinen schaligen Bau nach der Basis aufweisen, und ziemlich zahlreich solche, die breitere Lamellen besitzen, aber in denen jede Lamelle in kleinere rhomboidische Teile von abwechselnd starker und schwacher

Doppelbrechung zerfällt. Es ist offenbar dieselbe Erscheinung, die Berwerth aus Peramiho beschreibt und abbildet (Fig. 8 Taf. II).[1] Berwerth hält diese „schachbrettähnlichen" Felder in Peramiho für orientierte Verwachsungen von monoklinem Pyroxen und Hypersthen. In dem von mir untersuchten Fall sind sie zu fein struirt, als dass die optischen Eigenschaften im konvergenten Licht hätten geprüft werden können, es scheint mir aber als wahrscheinlicher, dass sie ähnliche Gebilde aus monoklinem Pyroxen mit felderartig verschiedener optischer Orientierung sind, wie die aus Juvinas beschriebenen. Sicher lässt sich ein solches Gebilde und eine ähnliche orientierte Verwachsung von monoklinem Pyroxen und Hypersthen nur dann unterscheiden, wenn der Schnitt genau parallel 010 verläuft, und die Auslöschungsschiefe des schwach doppelbrechenden Teiles ermittelt werden kann, oder wenn diese an Körnern, die zugleich nach 100 verzwillingt sind, hervortritt, wie z. B. in dem aus Juvinas beschriebenen Falle.

Nach den Schliffen zu urteilen, die ich von Jonzac gesehen habe, scheint derselbe weniger Umwandlungen durch Hitzewirkung erlitten zu haben als Juvinas. Die Zertrümmerung des ursprünglich, wie es die Struktur mancher Bruchstückpartien zeigt, ziemlich grobkörnig ophitisch struierten meteorischen Gesteines ist aber eine ebenso starke wie bei Juvinas gewesen.

Stannern 1808. Auch der Pyroxen des Eukrits von Stannern ist demjenigen von Juvinas sehr ähnlich. Bei der tuffartigen und feinkörnigen Beschaffenheit dieses Steines gelingt die Untersuchung des Pyroxens im konvergenten Licht nur an wenigen Durchschnitten, ich habe jedoch bei ziemlich vielen Durchschnitten in Dünnschliffen aus verschiedenen Steinen einen ganz kleinen Axenwinkel (2 E wohl unter 35°) beobachten können, und bei keinem Pyroxendurchschnitt habe ich einen grossen Winkel gesehen.

Peramiho 1899. Peramiho ist durch die ausführliche Beschreibung von Berwerth der mikroskopischen Beschaffenheit nach der am genauesten bekannte der Eukrite.

---

[1]) Fr. Berwerth. Sitzb. d. Akad. zu Wien 1903. CXII. 1.

Nach der Beschreibung von Berwerth [1]) gehört der Pyro-
xen ganz zu derselben Gruppe wie die Pyroxene der drei obe
genannten Eukrite. Der Berwerth'schen Beschreibung entnehm
ich die folgenden Zahlen:

Auslöschung $\mathfrak{c} : c = 34^0$.
Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0{,}026$.
Axenwinkel $2\,V = 23^0$ (an einem Durchschnitt).
Opt. Axenebene symmetrisch gelegen. Charakter +.

Ausserdem enthält der Eukrit ziemlich viel von einem Pyroxe
von schwacher Doppelbrechung, optisch negativen Charakter un
Austritt der spitzen Bisektrix auf 010, den Berwerth für Hyper
sthen hält.

Die chemische Zusammensetzung der Pyroxene der Eukrite.

Wie die Zahlen in der Tabelle auf S. 76—77 zeigen, stimm
die Zusammensetzung des in Säuren unzersetzbaren Anteils de
Silikate fast ganz und gar mit der aus der Gesamtzusammen
setzung der Meteoriten unter Abzug von Anorthit berechnete
Zusammensetzung der Pyroxene überein. Die berechnete Zu
sammensetzung des pyroxenischen Anteils von Juvinas, Stan
nern und Peramiho ist nahezu dieselbe. Nach der mikroskopi
schen Untersuchung zu urteilen müssen diese Zahlen ziemlic
genau die Zusammensetzung des monoklinen Pyroxens mit klei
nem Axenwinkel wiedergeben, wenigstens bei Juvinas und Stan
nern, in denen kein rhombischer Pyroxen wahrgenommen worde
ist, und in denen das „gelbe körnige Silikat" quantitativ ein
so geringe Bedeutung besitzt, dass es, auch wenn es eine vo
dem Hauptgemengteil des Eukrites etwas verschiedene Zusam
mensetzung hätte, kaum diese Zahlen merkbar verändern würd
Die Zahlen für Peramiho beziehen sich dagegen nach der Be

---

[1]) Fr. Berwerth. Der meteorische Eukrit von Peramiho. Sitzb. d. Aka
z. Wien. CXII 1. Oktober 1903. S. 739—777.

schreibung von Berwerth auf ein Gemenge von monoklinem und rhombischem Pyroxen.

Bemerkenswert ist auch, dass diese monoklinen Eukritpyroxene mehr Eisenoxydulsilikat enthalten als die eisenreichsten, bis jetzt analysierten Hypersthene.

Bei einem Vergleich zwischen diesen Eukritpyroxenen mit kleinem Axenwinkel und den Pyroxenen der Diabase von Föglö und Richmond, die etwa dieselben Axenwinkelgrössen besitzen, ist die Übereinstimmung betreffend dem niedrigen Kalkgehalt eine auffallende. In einer Beziehung besitzen aber die Eukritpyroxene eine noch extremere Zusammensetzung als die erwähnten Diabaspyroxene, sie sind nämlich bedeutend eisenreicher und dem entsprechend magnesiaärmer als diese. Das Verhältnis von Fe O + Mg O zu Ca O ist aber annähernd dasselbe, und es scheint hiernach dieses vor allem von Einfluss auf die Grösse des Axenwinkels zu sein.

Die Analysenpunkte der Eukrite liegen inmitten derjenigen der Kongadiabase und Åsbydiabase. Der Aziditätskoeffizient von Juvinas beträgt 1,00, der von Stannern 0,96 und der von Peramiho 1,01, eine Olivinbildung ist deshalb ausgeschlossen. Die Mg O-und Fe O-Metasilikate sind auch hier wie bei den Diabasen der Konga- und Hunne-Typen in grossem Überschuss über Ca O-Metasilikat vorhanden, der entstehende Pyroxen ist in Übereinstimmung hiermit ein ähnlicher. Da aber bei den Eukriten fast alles Eisen als Eisenoxydul vorhanden ist, findet keine Magnetitbildung statt und der Pyroxen ist ein um so eisenreicherer. Die Verbindungslinien zwischen den Analysenpunkten der Eukrite und der monoklinen Pyroxene aus ihnen verlaufen deshalb nicht von links nach echts, sondern ziemlich steil der Fe O—Mg O Seite des Dreiecks zu, in der Richtung der Verbindungslinie zwischen dem Analysenpunkt des Eukrits und der Ca O-Ecke, d. h. einwenig von rechts nach links.

Im Projektionsbilde Taf. I sind sowohl das Verhältnis zwischen Fe O, Mg O und Ca O in den monoklinen Pyroxenen der Eukrite von Juvinas und Stannern eingetragen, wie dass Verhältniss zwischen diesen Oxyden in den Eukriten selbst.[1]).

[1]) Die Analysen der Meteoriten, die in dem Projektionsbilde Taf. I eingetragen worden sind, sowie die Molekularprozente und Osann'schen Grössen derselben sind in der Tabelle V am Schlusse zusammengestellt.

Eigentümlich ist die beinahe ganz übereinstimmende Zusam mensetzung der drei analysierten Eukrite. Auch die chemisch Zusammensetzung der Minerale derselben und die mineralogisch Zusammensetzung sowohl qualitativ wie quantitativ sind fa dieselben. Die grosse Ähnlichkeit von Juvinas, Jonzac und Sta nern ist immer in der Meteoritenlitteratur hervorgehoben worde und es sind unter anderem Versuche gemacht worden astrono misch die Angehörigkeit derselben zu einer und derselben Stern schnuppe zu beweisen um diese Ähnlichkeit zu erklären. D Ähnlichkeit dürfte wohl eher ihre Erklärung darin finden, da die Eukrite alle einem und demselben mineralogisch und chemis sehr scharf abgegrenzten petrographischen „Typus" angehöre Das konstante Verhältnis zwischen der Menge des Anorthits u Pyroxens, in den Eukriten etwa 65 % Pyroxen und 35 % Pl gioklas, deutet daraufhin, dass in ihnen eine „eutektische M schung" von Magnesium- Eisenoxydul- und Kalk-Metasilikat, ei fache Salze sowie Doppelsalze, und Anorthit vorliegt. Die dr Metasilikate bilden Mischkristalle mit einander, die nach Vogt teils den Roozeboom'schen Typen I angehören ($Mg\,Si\,O_3$ u $Fe\,Si\,O_3$), teils auch dem Typus IV (wenn man das Ca O-Sil kat als Doppelsalz, Diopsid oder Hedenbergit, vorhanden a nimmt). Der Anorthit ist ein von diesen unabhängiger Komp nent. Der Unterschied in dem Schmelzpunkt des sich bildend eisenreichen Pyroxens und dem Anorthit muss ein recht bede tender sein ($> 300°$) und hiermit steht es in guter Übereinsti mung, dass der Pyroxen als viel leichter schmelzend in grossem Überschuss über den Anorthit in den Eukriten vorha den ist.[2])

Shergottit.

Den Eukriten sehr nahe in sowohl chemischer wie mi ralogischer Beziehung steht der Stein von *Shergotty* 1865.

---

[1]) J. H. L. Vogt. Die Silikatschmelzlösungen II. Videnskabs-Selskab Skrifter. I. Math.-naturv. Klasse. 1904. N:o 1. S. 112.

[2]) J. H. L. Vogt. loc. cit. S. 127 u. 135.

Ich habe nicht die Gelegenheit gehabt Dünnschliffe dieses Meteoriten zu sehen, und aus der Beschreibung von Tschermak [1]) geht nichts über die Grösse des optischen Axenwinkels des Pyroxens hervor. Die Analyse des Pyroxens (N:o VI 1. S. 77) deutet aber jedenfals daraufhin, dass derselbe ein nur wenig kalkreicheres und eisenärmeres Glied derselben Pyroxenreihe als die Pyroxene der Eukrite ist. Demnach darf man erwarten, dass er ein wenig grössere Axenwinkelwerte besitzt.

Dieser Pyroxen ist derjenige unter den meteorischen Pyroxenen, der den in der ersten Hälfte dieser Arbeit beschriebenen Diabaspyroxenen in chemischer Beziehung am ähnlichsten ist. Dieses hat wahrscheinlich darin seine Ursache, dass der Meteorit von Shergotty mehr Alkalien und Eisenoxyd enthält als die Eukrite. Es bildet sich deshalb ein natronreicheres Kalk-Alumo-Silikat, der Maskelynit, der etwa die Zusammensetzung des Labradors hat, und Magnetit (4,57 %). Infolge der Magnetitbildung ist der Pyroxen eisenärmer als der Meteorit und die Verbindungslinie zwischen den Analysenpunkten des Meteoriten (VI) und des Pyroxens (VI 1) in der Dreiecksprojektion Taf. I verläuft nicht wie bei den Eukriten, sondern schräg abwärts von links nach rechts ganz wie bei den Diabasen.

Howardit.

Luotolaks 1813. Der Stein von Luotolaks ist seit jeher als Hauptrepräsentant der Gruppe der Howardite angesehen worden, und es giebt eine ganze Literatur über diesen intressanten Meteoriten.

Die älteren Beschreibungen des Steines sind aber einander recht widersprechend, und schon die kurze Beschreibung der mikroskopischen Beschaffenheit desselben, die Tschermack als Begleitwort zu seinen schönen Abbildungen beigegeben hat [2]), zeigt, dass die meisten älteren Angaben über den Mineralgehalt nicht richtig sein können.

[1]) G. Tschermak. Sitzb. d. Akad. z. Wien. 1872. LXV 1. S. 123.

[2]) G. Tschermak. Die Mikr. B. d. Meteoriten. Text S. 7—8.

Wegen der lockeren Beschaffenheit des Steines ist es schw
gute Dünnschliffe zu erhalten, ich habe aber eine Anzahl Schlif
von Fragmenten der im Stein vorhandenen verschiedenartig
Partien herstellen lassen. Im Allgemeinen kann ich nach d
Untersuchung derselben vollkommen die Angaben von Tscherm
bestätigen, im Einzelnen wäre aber vieles hinzuzufügen. I
muss mich jedoch hier darauf beschränken das Wichtigste, d
den Pyroxenen betrifft, zu erwähnen, um nicht diese Arbeit g
zu sehr auszudehnen.

Leider führen meine Untersuchungen, die an dem Haup
stück des Meteoriten, das sich in der Helsingforser Sammlu
befindet, gemacht wurden, zu dem Resultat, dass sämtliche d
zum teil recht mühevollen chemischen Untersuchungen, die üb
den Meteoriten ausgeführt worden sind, von sehr geringem W
sind, und dass sie ebenso wie die auf Grund von ihnen gemac
ten Berechnungen, weder Aufschluss über die allgemeine ch
mische Zusammensetzung des Howardites, noch über die d
einzelnen Teile desselben geben können.

Da der Stein den Charakter eines Tuffs besitzt, ist es nic
befremdend, dass eine und dieselbe Mineralspezies in sehr ve
schiedenen Ausbildungsformen vorhanden sein kann. Tsche
mak hat „dreierlei Anorthite, viererlei Augite und Bronzit" be
bachtet. [1])

Ich fand die folgenden Ausbildungsformen der Eisen- u
Magnesiasilikate enthaltenden Gemengteile des Howardites:

Monokline Pyroxene.

1) Monokliner Pyroxen, der in den „Eukritbruchstücke
enthalten ist. Tschermak hat Eukritbruchstücke beobachtet, d
den feinkörnigen Eukritbruchstücken im Eukrit von Stanne
ganz ähnlich sind. [2]) Nach Tschermak ist sowohl der bräunlic
Pyroxen, wie das „gelbe körnige Silikat" mit feinschaligem B
in diesen Eukritbruchstücken vorhanden. In einem Dünnschl
eines Teils eines etwa 1 cm grossen Eukritbruchstückes fa
ich nur einen monoklinen Pyroxen, der ganz denjenigen Pyr

---

[1]) G. Tschermak. loc. cit.

[2]) Eine Abbildung findet sich in dem Tschermak'schen Tafelwerke T
IV. Fig. 2.

xenen, die unter N:o 3 aus der Grundmasse des Steins beschrieben werden sollen, ähnlich ist. Obgleich die Struktur des Eukritbruchstückes eine ausgeprägt ophitische ist, kommen knäuelartige Durchwachsungen von mehreren Pyroxenkristallen vor. Es sind wahrscheinlich Penetrationszwillinge nach $10\bar{1}$. Die einzelnen Individuen derselben bestehen ausserdem aus zwei gleichen Hälften eines Zwillings nach 100. Bei diesem Pyroxen habe ich einen ganz kleinen Axenwinkel beobachtet. Die Axendispersion ist kräftig, die Doppelbrechung stark. Die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ dürfte zwischen 35° und 40° betragen. Mehrere kleine Eukritbruchstücke die ich untersucht habe, waren diesem ganz ähnlich, in einem kleinem Bruchstück fanden sich aber auch einige Körner des Pyroxens der hier unten als N:o 4 beschrieben werden soll.

Der hellgelbbraune Pyroxen (N:o 3) findet sich weiter in einem $^1/_2$ cm grossen, unregelmässig polyedrisch gestalteten, harten, grauschwarzen Bruchstück. Er bildet hier langprismatische, bis 5 mm lange und beinahe 1 mm dicke idiomorph ausgebildete Säulen, die in einer sehr kleinkörnigen, aus demselben Pyroxen und aus Plagioklas und kleinen Magnetkies-(Troilit?) Körnern bestehenden holokristallinen Grundmasse eingebettet liegen. Dieses Bruchstück gleicht sehr einem Augitporfyrit mit holokristalliner Grundmasse.

Überall innerhalb der Masse des Gesteins zerstreut liegen grössere und kleinere Bruchstücke von monoklinen Pyroxenen, diese sind entweder:

2) Sehr hell, gelbgrün durchsichtig und feinschalig nach der Basis. Die Doppelbrechung derselben ist kräftig. An einem dieser Körner mass ich den Winkel 2 E zu 22° 13′. Die Dispersion ist $\varrho > v$ und die Lage der optischen Axenebene eine normalsymmetrische. Sie ist nämlich parallel der Streifung, die durch den schaligen Bau des Minerals parallel der Basis zustandekommt. [1])

3) Ziemlich hell, gelbbraun durchsichtig, deutlich nach dem Grundprisma spaltbar, aber zeigen weder schaligen Bau noch Spaltbarkeit nach der Basis. An mehreren dieser Körner beo-

[1]) Eine Abbildung dieses Pyroxens findet sich in dem Tschermak'schen Tafelwerk Taf. IV. Fig. 4.

bachtete ich, dass sie optisch fast einaxig sind. Die Dopp
brechung ist stark.

4) Gelbbraune, mit einem starken Stich ins rötliche durc
sichtige Körner, die einheitlich gebaut sind wie die vorigen. I
Doppelbrechung derselben ist eine hohe.

5) Ein Chondrum das hauptsächlich aus Enstatit beste
(Vergl. S. 97) enthält auch einige Körner eines monoklinen P
roxens, der einen polysynthetischen Zwillingsbau nach dem Ort
pinakoid und schwache Doppelbrechung besitzt. Er ist son
denjenigen in den Chondriten vorkommenden monoklinen Pyr
xenen ähnlich. (Vergl. S. 114). Die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$
klein etwa 25°. Die Lage der Axenebene ist eine normalsym
metrische, der Axenwinkel ist gross, er dürfte beinahe 90° se
Der optische Charakter ist positiv.

6) Grosse, sehr schwach rötlichgelbe, fast farblose Körn
die eine breite polysyntetische Zwillingslamellierung nach d
Basis besitzen. Die einzelnen Lamellen sind verschieden bre
Sie werden bis $^2/_{10}$ mm breit verlaufen geradlinig und ungest
durch dass ganze Korn hindurch. In zwei verschiedenen Kö
nern habe ich an den einzelnen Lamellen beobachten könn
dass das Mineral fast einaxig ist.

Rhombische Pyroxene.

1) Die anderthalb Millimeter grossen, klar durchsichtig
zeisiggrünen Mineralsplitter und Körner, die bei der okulär
Betrachtung einer Bruchfläche des Gesteins sofort auffallen, si
von allen älteren Autoren für Olivin gehalten worden, und g
rade deswegen ist der Olivin auch als ein Hauptgemengteil d
Howardite angesehen worden. Diese gelbgrünen, klaren Körn
sind nun dem Olivin der vulkanischen Olivinbomben äusserli
ganz ähnlich, sind aber, wie Tschermak nachgewiesen hat, nic
Olivin sondern rhombischer Pyroxen. Sie sind nach zwei etw
senkrecht zu einander gelegenen Flächen gut spaltbar u
löschen parallel der Spaltbarkeit aus. Der opt. Charakter ist neg
tiv. Sie werden beim Digerieren auf dem Wasserbade mit etw
20 % Salzsäure nicht merklich angegriffen.

2) Ausserdem kommen fast ebenso grosse, klar durchsic
tige, braune Mineralsplitter vor. Diese Unterscheiden sich n

durch die Farbe von dem gelbgrünen Bronzit, sind aber viel seltener als diese.

3) Ein Schliff, der sowohl durch die Grundmasse des Meteoriten wie durch eine in demselben eingebettete schwarze, bruchstückähnliche Partie verläuft, zeigt dass diese ein porfyrisches, aus Enstatit, monoklinem Pyroxen (N:o 5 S. 96) und Glas bestehendes Chondrum ist. Dieses Chondrum hat etwa 2 mm Durchmesser. Der Enstatit ist in schlanken Säulen, die eine deutliche Spaltbarkeit nach dem Prisma und eine Quergliederung zeigen ausgebildet, die kleinen Zwischenräume zwischen den Enstatiten werden von ziemlich dunkelbraunem, stark bestäubtem und an manchen Stellen nicht ganz klar durchsichtigem, vollkommen isotropem Glase ausgefüllt. Ausser diesem Chondrum habe ich auf der Bruchfläche des Meteoriten eine 2 mm grosse, glattwandige Höhlung, die ziemlich sicher von einem herausgefallenen Kugelchondrum herrührt, gefunden. Der Howardit ist demnach nicht ganz frei von Chondren, obgleich dieselben nur vereinzelnt vorzukommen scheinen und wohl deshalb nicht früher beobachtet worden sind. Über das Vorkommen von Olivin äussert Tschermak: „Für Olivin halte ich einzelne kleine Splitter in der Grundmasse, ferner vermuthe ich denselben in jenen Gemengen welche als kleinkörnige Gesteinssplitter vorkommen und oft reich an beigemengten schwarzen Körnchen sind. Letztere bilden einen Teil der schon mit freiem Auge wahrnehmbaren dunklen Körner und Splitter.“ [1])

Ich habe in keinem der Schliffe, die ich untersucht habe, Olivin nachweisen können. Es ist jedoch hierdurch nicht ausgeschlossen, dass er nicht in ganz geringer Menge im Steine vorhanden sein kann, da die Mineralfragmente, die den Stein aufbauen, ganz ungleichmässig gemengt sind. Wenn er in grösserer Menge unter den winzigen Fragmenten der Grundmasse, die sich mikroskopisch nicht näher bestimmen lassen, vorhanden wäre, so müsste die Analyse des löslichen Anteils gerade dieser feinsten Partien des Steines, die Arppe [2]) ausgeführt hat, wohl mehr wie Spuren von Magnesia aufweisen.

---

[1]) G. Tschermak. Die mikr. B. d. Meteoriten. Text. S. 8.

[2]) A. E. Arppe. Acta Soc. Scient. Fennicæ. TVIII. S. 69. — Das Material zur Analyse hat Arppe in derart bereitet, dass er die lockere Masse des Meteoriten zwischen den Fingern zerrieb, den feinsten Teil abschlämmte

Ferner vermutet Tschermak das Vorgehandensein von
vin in dem schwarzen Gemengteile mancher dunklen Br
stücke. Arppe hat diese schwarzen Körner und Bruchst
analysiert. Wenn man von dem Thonerdegehalt der Ana
ausgeht und daraus den eventuellen Anorthitgehalt berech
erhält man etwa 41 % Anorthit. Den Rest deutet Arppe
ein Gemenge von Augit und Olivin. Rammelsberg hat gez
dass derselbe genau einem Bisilikat entspricht und deshalb n
Olivin enthalten kann, er hält denselben für Augit. Es ist
ses die in Cohens Meteoritenkunde angeführte, berechnete
sammensetzung von Augit aus Luotolaks. (Vergl. Tab. S. 77
V 1.) Die mikroskopische Untersuchung hat nun ergeben, d
diese schwarzen Körner von sehr verschiedener Zusammens
zung sind. Es sind teils Eukritbruchstücke mit schöner oph
scher Struktur, teils sind diese ganz zertrümmert. Einige schwa
schlackige Körner die ich untersucht habe bestehen aus ein
schwarzen Glase mit fluidal geordneten Poren und dunkle
Schlieren, in dem teilweise korrodierte Splitter von Plagiok
liegen. Ich halte dieselben für durch vollständige Schmelz
des Pyroxengemengteils und beginnende Schmelzung des An
thits aus Eukrit hervorgegangen. Bei der Abkühlung ist d
ein Teil dieser Schmelze als schwarzes, schlieriges Glas ersta
ein anderer Teil zu einem sehr feinkörnigem Gemenge von P
roxenkörnern, die dem „gelben körnigen Silikat" der Eukrite s
ähnlich ist, und kleinen Plagioklasleistchen.

Weiter war eines dieser schwarzen Körner das zuvor b
schriebene Enstatit-Glas-Chondrum, und mehrere bestanden a
Anhäufungen von Splitter von rhombischen Pyroxen mit etw

---

und von metallischen Partien mit dem Magnete möglichst befreite. Von d
sem feinen Pulver, das also keineswegs die durchschnittliche Zusammensetz
der „Grundmasse" des Steines gehabt zu haben braucht, hat Arppe eine To
analyse, eine Analyse des nach dem Glühen des Pulvers in Salzsäure „löslich
sowie eine Analyse des in Königswasser „unlöslichen" einer ungeglühten F
tion ausgeführt. Bei der Verwendung einer derartigen Arbeitsmethode ist
nicht erstaunlich, dass die Summe der Analysen des löslichen und unlöslic
Anteils mit der Gesamtanalyse so schlecht übereinstimmt. — Nach die
Analysen zu urteilen bestände der feinste Anteil des Meteoriten aus etwa 2
32 % Anorthit, 66—67 % Bronzit und $< 5{,}97$ % metallisches Eisen, Magn
und Troilit.

monoklinem Pyroxen und Plagioklas.[1]) Die Berechnung der Körner als ein Gemenge von Anorthit und Augit ist also nicht berechtigt, und die Analyse des „Augits“ aus Luotolaks ist somit aus der Literatur zu streichen. Bemerkenswert ist es jedenfalls, dass diese aus der Arppe'schen Analyse abgeleiteten Zahlen so nahe mit denen für die Pyroxene der Eukrite ermittelten übereinstimmen.

La Vivionnère. (Le Teilleul) 1845.

Von La Vivionnère habe ich mehrere kleine Fragmente untersuchen können. Derselbe ist wenigstens nach diesen zu urteilen dem Äusseren nach mit Luotolaks zum Verwechseln ähnlich. Auch die Rinde besitzt ganz dieselben Eigenschaften wie bei Luotolaks.

Der monokline Pyroxen. In der tuffartigen Hauptmasse des Steines fand ich den unter N:o 3 aus Luotolaks (S. 3) beschriebenen monoklinen Pyroxen ziemlich reichlich vertreten. Auch hier konnte ich nachweisen, dass der Axenwinkel so klein ist, dass die Hyperbeln sich beim Drehen des Präparates kaum öffnen.

Von den dunklen Bruchstücken habe ich zwei untersucht. Das eine war dunkel grau und ziemlich hart und fest und etwa 3 mm gross. Mikroskopisch erwies es sich als aus einem sehr feinkörnigen, ophitisch struirtem Gemenge von Plagioklas und monoklinem Pyroxen mit akzessorischem Eisenerz (Magnetit?) bestehend, und glich vollkommen einem kleinkörnigen Diabase. Der Pyroxen füllt die eckigen Zwischenräume zwischen den Feldspatleisten aus. Er besitzt sowohl eine prismatische wie eine sehr feine basale Spaltbarkeit und ist fast frei von Einschlüssen. Die Farbe ist im durchfallenden Licht eine schwach bräunlichgelbe. Als der Schliff noch dicker war, war ein schwacher Pleochroismus bemerkbar: blass gelbrote und gelbgrüne Töne wechselten beim Drehen des Schnittes. Dieser Pyroxen ist wohl derjenige unter den meteorischen monoklinen Pyroxenen, der den

[1]) Mehrere der Dünnschliffe wurden aus Körnern hergestellt die wahrschenlich bei der Arppe'schen Untersuchung übrig geblieben waren. Sie sind nämlich, nach einer Mitteilung von Professor F. J. Wiik, seit der Zeit in der Sammlung des Mineralienkabinetts vorhanden gewesen.

tellurischen Pyroxenen aus Diabasen (Föglö, Richmond) unte
dem Mikroskope äusserlich am ähnlichsten ist, wenigstens vo
allen denen die ich die Gelegenheit zu sehen hatte. Einen gan
kleinen optischen Axenwinkel fand ich an allen Körnern, di
eine Beobachtung des Axenwinkels zuliessen.

Das andere Korn war schwarz. Beim Schleifen stellte e
sich heraus, dass es aus einem einheitlichen Bruchstük eine
rhombischen Pyroxens bestand. Derselbe ist an und für sic
duchfallenden Licht farblos, aber von zahlreichen Risse
durchzogen, an denen sich ein feiner schwarzer Staub angesam-
melt hat, und hierdurch wird das mikroskopisch dunkle Aus-
sehen bedingt.

In der Grundmasse finden sich zahlreiche kleine, gelbgrün
Bruchstücke, die denen in Luotolaks ganz ähnlich sind. Dau-
brée hebt die äusserliche Ähnlichkeit derselben mit Olivin her-
vor, hat aber nachgewiesen dass dieselben aus rhombischem Py-
roxen bestehen. [1])

Die übrigen Howardite habe ich keine Gelegenheit gehab
zu untersuchen.

Von diesen scheint Petersburg von Luotolaks, La Vivion-
nère und Mässing [2]) verschieden zu sein und eher den Eukrite
(Stannern) zu gleichen. Er ist früher von sowohl Rose [3]) wi
Tschermak [4]) zu den Eukriten gezählt worden. Die Analyse de
Meteoriten ist denen der Eukrite ähnlicher wie die Analysen de
übrigen Howardite. Ob die unter IV 2 in der Zusammenstellun
der Analysen auf S. 76—77 angeführten Zahlen die von Ram-
melsberg aus der Gesamtzusammensetzung des Steines durc
Abzug des berechneten Anorthits erhalten worden sind, sich au
reinen monoklinen Pyroxen, oder auf ein Gemenge von rhom-
bischem und monoklinem Pyroxen beziehen, lässt sich solang
der Meteorit nicht mikroskopisch untersucht worden ist, nich
entscheiden.

---

[1]) A. Daubrée. Compt. rend. LXXXVIII. S. 545.

[2]) Tschermak hat die grosse Ähnlichkeit von Luotolaks und Mässin
nachgewiesen. G. Tschermak. Mikr. B. d. M. Text S. 8 u. Taf IV Fig. 3

[3]) G. Rose. Beschreibung und Einteilung der Meteoriten. Abhandl. d
Akad. z. Berlin 1870. S. 126.

[4]) G. Tschermak. Beitrag z. Classification der Meteoriten Sitzb. d. Akad
z. Wien. 1883. LXXXVIII. S. 368.

Aus dem Howardit von Pawlowka wird monokliner Pyroxen als wesentlicher Gemengteil von Tschernyscheff [1]) und Klein [2]) beschrieben. Tschernyscheff nennt das Mineral wegen seines lamellären Baues nach der Querfläche „Diallag". Auch in Pawlowka ist Olivin nur als akzessorischer Gemengteil nachgewiesen worden.

Von den Pyroxengemengteilen der übrigen Howardite ist nichts mit Sicherheit bekannt.

Bustit.

Busti 1852. Der monokline Pyroxen von Busti nimmt unter den meteorischen Pyroxenen eine Sonderstellung ein, er ist nämlich bedeutend kalkreicher wie diejenigen der Eukrite und fast eisenfrei. Der Kalkgehalt ist jedoch nicht so hoch wie bei dem Diopsid; das Verhältnis CaO : MgO ist etwa 3 : 5. Der Pyroxen ist teilweise idiomorph ausgebildet, und es gelang Story-Maskelyne deshalb denselben zu messen. Die Winkel kommen denen des Diopsid ziemlich nahe. Nach Story-Maskelyne ist das Mineral unter dem Mikroskop hell violettgrau. Im durchfallenden Licht zeigt es einen nicht unbedeutenden Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ blass rötlichviolett, $\mathfrak{c}$ blass schieferfarben. Die Auslöschungsschiefe beträgt 52° 30′. In Schnitten parallel 100 sieht man eine optische Axe am Rande des Gesichtsfeldes, die Axenebene ist senkrecht zur Kante 100 : 001, und der optische Charakter im Zentrum des Gesichtfeldes ist negativ.

Das Mineral ist leichter nach 100 spaltbar als nach dem Grundprisma und zeigt einen metallischen Schiller auf dieser Spaltfläche. Story-Maskelyne erwähnt, dass es parallel der Basis eingelagerte Enstatitlamellen enthält und dass der hohe Magnesiagehalt möglicherweise hierdurch bedingt wird.

---

[1]) Th. Tschernyscheff. Zeitschr. d. d. Geol. Ges. XXXV. S. 190.

[2]) C. Klein. Sitzb. d. Akad. z. Berlin. 1904. I. S. 138.

Ausser den in der An. VIII S. 72 angeführten Bestandteilen liess sich qualitativ Titansäure oder eine derselben wenigstens sehr nahe stehenden Verbindung nachweisen.

Tschermak sagt den „Diopsid" betreffend [1]: „Dieser Gemengteil ist meist auffallend durch seine feinschalige Zusammensetzung nach 100, welche oft mit wiederholter Zwillingsbildung nach dieser Fläche verbunden ist. Ausser dieser Blätterung welche dem Diallag entspricht, ist öfters noch eine schalige Zusammensetzung nach 001 mit einer deutlichen Zwillingsbildung nach dieser Fläche wahrnembar."

Nach Story-Maskelyne ist der monokline Pyroxen sehr ungleichmässig innerhalb des Steines von Busti verbreitet, er kommt hauptsächlich in einem konkretionären Gebilde vor, in dem sich auch der Oldhamit und der Osbormit vorfinden. Sonst ist er im Stein ziemlich spärlich vorhanden.

In einem aus dem Hauptstücke des Meteoriten im British Museum entstammenden, ziemlich grossen Dünnschliffe habe ich sowohl die drei verschiedenen Ausbildungsformen des Enstatits, die von Story-Maskelyne eingehend beschrieben worden sind, wie den von Tschermak als in geringer Menge vorhanden erwähnten Plagioklas sowie ganz wenig Oldhamit beobachtet, aber gar keine als monokliner Pyroxen mit den von Story-Maskelyne und Tschermak beschriebenen Eigenschaften sicher identifizirbare Körner vorgefunden. Ich kann deshalb leider keinen Beitag zur Frage über die Stellung dieses Minerals innerhalb der Pyroxengruppe liefern. Nach den obigen hier zitierten Beschreibungen scheint es mir aber nicht wahrscheinlich, dass dasselbe ein durch Beimischung von Enstatit magnesiumreicher Diopsid ist, sondern glaube ich eher, dass es derselben, an Kalk ärmeren Pyroxenreihe angehört, die hier in dieser Arbeit besprochen worden ist. Es wäre dann aber ein an Kalk doch relativ reiches Glied dieser Reihe, und man darf deshalb voraussetzen, dass der opt. Axenwinkel desselben ein erheblich grösserer ist als bei den meisten übrigen Meteoritpyroxenen. Dafür dass dieser Pyroxen derselben Reihe angehört wie die früher beschriebenen Pyroxene, spricht auch der polysynthetische Zwil-

[1] G. Tschermak. Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten. Stuttgart 1885. Text S. 9.

lingsbau und die schalige Zusammensetzung. Der Pleochroismus bei fast fehlendem Eisengehalt dürfte vielleicht in dem Vorhandensein der Titanverbindung seine Erklärung finden.

Ureilit

Nowo-Urei 1886. (Alatyr-Petrowka).

Nach der Untersuchung von Jerofeieff und Latschinoff [1]) enthält der Meteorit von Nowo-Urei 67,48 % Olivin und 23,82 % „Augit". Der Rest besteht aus 5,45 % Nickeleisen, 0,43 % Magnetkies, 0,65 % Chromit und 2,26 % Kohle (davon 1,00 % Diamant).

Der Meteorit ist im Allgemeinen zu den Chondriten gezählt worden, und mit denjenigen von Goalpara und Dyalpur zu einer Gruppe, „Ureilite" vereinigt worden. [2]) Nach Jerofeieff und Latschinoff kommen gar keine Chondren vor; dagegen sagen sie, dass es aussieht, als ob der Meteorit aus Bruchstücken von Olivin und Augit und einer dazwischen liegenden schwarzen, undurchsichtigen Substanz bestände. Auch sprechen sie später von einer „Grundmasse", die aber eigentlich »zum grössten Teil nichts anderes als die von kohliger Substanz durchdrungenen Aussenpartien der Olivin und Augitkörner ist».

Nach den Beobachtungen, die ich an einem recht grossen Dünnschliffe, der aus einem der Siemaschko'schen Sammlung entstammenden Stück des Meteoriten angefertigt ist, habe machen können, gehört Novo-Urei zu den am schönsten kristallisierten und grobkörnigsten Meteoriten, die es überhaupt giebt.

Sowohl der Olivin wie der monokline Pyroxen kommen in meist 1 bis 2 mm grossen Körnern vor und einzelne der Olivinkörner werden sogar bis 3 mm gross. Dadurch, dass sowohl

---

[1]) M. Jerofeieff und P. Latschinoff. Der Meteorit von Nowo-Urei. S:t Petersburg 1888. (Aus den Verhandlungen d. Russ.-Kais Miner, Ges. Bd. XXIV.)

[2]) A. Brezina. Annalen d. K. K. Naturhist. Hofmuseums. X. S. 254.
E. A. Wülfing. Die Meteoriten in Sammlungen. Tübingen 1897. S. 454.
Ward. Catalogue of the Ward-Coonley Meteorit Coll. 1904. S. 99.

die Olivin- wie die Augitkörner randlich bis zur Undurchsichtigkeit von schwarzen Einschlüssen erfüllt sind, die sich auch zuweilen an den Spalten anhäufen, aber in der Mitte der Körner vollständig frei von Einschlüssen und klar durchsichtig sind, erhält der ganze Dünnschliff ein maschenartiges Aussehen. Teils stossen die Mineralkörner direkt aneinander, teils sind sie von einem etwa $^3/_{10}$ mm breiten Nickeleisenstreifen von einander getrennt. Die Silikatkörner sind, wo sie aneinander stossen, ziemlich unregelmässig begrenzt und haben bei der Kristallisation sich gegenseitig beeinflusst; wo sie aber von einer schmalen Nickeleisenzone getrennt werden, sind sie von Kristallflächen begrenzt. Irgend welche Art von „Grundmasse" zwischen den ziemlich gleichmässig grossen Körnern ist nicht vorhanden. Möglicherweise mögen aber die schwarzen, aneinander stossenden Randpartien der Silikatkörner in dicken Schliffen für eine von kohliger Substans impregnierte Grundmasse gehalten werden. Im Schliffe zeigen sich gar keine Trümmerstrukturen, sondern der Stein besitzt ganz und gar seine ursprüngliche Kristallstruktur. Eigentümlich ist die Stellung des Nickeleisens in diesem Stein. Es entspricht gewissermassen dem Nickeleisenanteil der Pallasite, ist aber nur hier in so geringer Menge vorhanden, dass es nicht ausreicht um die Silikate einzuhüllen, sondern nur schmale Zwischenräume zwischen einzelnen Silikatkörnern und Teile derselben auszufüllen vermag. Auf der geschliffenen Fläche tritt es deshalb nur als 2—3 mm lange Teile der Maschen eines dem in den silikatreichsten Teilen mancher Pallasite auf geschliffenen Flächen sichtbaren feinen Metallnetze ähnlichen Leisten auf. Aus diesem Grunde könnte der Stein von Nowo-Urei als ein sehr metallarmer Pallasit oder Mesosiderit betrachtet werden, und zu einer eignen, sich dem Lodranit anschliessenden Gruppe gerechnet werden. Lodran enthält aber doch über 30 Gewichtsprozent Nickeleisen [1]), und da manche der „Achondrite" fast ebensoviel Nickeleisen enthalten wie Nowo-Urei, ist es wohl am richtigsten denselben zu den Achondriten zu zählen. [2]) Er würde dann auf Grund seines hohen Olivin-

---

[1]) G. Tschermak. Der Meteorit von Lodran. Sitzb. d. Akad. z. Wien 1870. LXI 2. S. 465.

[2]) In den neueren Verzeichnissen der Berliner Sammlung stellt Klein

gehaltes und da er monoklinen und nicht rhombischen Pyroxen enthält, eine eigene zwischen den Chassignit und Amphoterit stehende Gruppe: „Ureilit“ bilden.[1]

Der monokline Pyroxen. Im Dünnschliffe ist der monokline Pyroxen von dem Olivin leicht durch seine, wenngleich sehr schwache, rötlichgelbe Färbung zu unterscheiden. Jerofeieff und Latschinoff geben eine bräunliche Färbung an, was vielleicht für dickere Schliffe gilt.

Die Spaltbarkeit nach dem Grundprisma der Pyroxene von etwa 90° ist eine ziemlich deutliche. Daneben kommen unregelmässige Sprünge vor. Eine Spaltbarkeit nach 100 oder 001 habe ich nicht beobachtet.

Jerofeieff und Latschinoff haben an einem Korn eine Kristallbegrenzung beobachtet, es waren die Flächen 100, $\bar{1}00$, $00\bar{1}$, 101, $10\bar{1}$ vorhanden.

Eine einfache Zwillingsbildung nach 100 ist nicht selten, polysynthetische Zwillingsbildungen sind an diesem Pyroxen nicht beobachtet worden.

Als maximale Auslöschungsschiefe geben Jerofeieff und Latschinoff 36° an. An einem Schnitte, der eine nach 100 eingeschaltete Zwillingslamelle enthielt, war die Auslöschungsschiefe im Hauptindividuum 39° und in der Zwillingslamelle 38°. Nach meinen Beobachtungen dürfte die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ zwischen 35° und 40° betragen.

Die maximale Doppelbrechung ist sehr stark, fast so stark wie die des Olivins.

Der optische Axenwinkel ist sehr klein, doch scheint er nicht bis 0° für eine bestimmte Farbe sinken zu können, wie z. B. bei den Pyroxenen der Eukrite. Die Axendispersion ist auch im Gegensatze zu dem Verhältnis bei diesen eine nicht besonders starke, es ist $\varrho < v$. Der optische Charakter ist positiv. An

---

Nowo-Urei, den Angaben über denselben von Jerofeieff und Latschinoff gemäss zu den Achondriten. C. Klein. Sitzb. d. Akad. z. Berlin. 1903. S. 143.

Ebenso hat Cohen denselben zu den Achondriten geführt. Kat. der Samml. in Greifswald. 1904.

[1] Im Rose Tschermak'schen System. Vergl. G. Tschermak. Mikr. Beschaf. d. Meteoriten. Text. S. 5.

zwei Durchschnitten, die eine Zwillingslamelle nach dem Orto-
pinakoid eingeschaltet enthielten, konnte ich nachweisen, das
die Axenebene || 010 ist d. h. eine symmetrische Lage hat. A
verschiedenen Teilen eines grossen Durchschnitts, der jedoch nich
ganz senkrecht gegen die spitze Bisektrix verlief, mass ich de
Axenwinkel nach der Mallard'schen Methode zu

$$2 E = 25^0 30' \text{ und } 26^0 15';$$

Eine Dispersion der Bisektricen ist nicht zu sehen.

Nach obigem gehört auch der monokline Pyroxen von Nowo-
Urei, der sowohl durch den allgemeinen Habitus, wie der che-
mischen Zusammensetzung nach von den monoklinen Pyroxene
der übrigen Achondrite verschieden ist, zu den Pyroxenen mi
kleinem optischen Axenwinkel. Dieses steht in Übereinstimmun
damit, dass er sehr kalkarm ist, und in dieser Beziehung ist e
den Pyroxenen der Eukrite ähnlich. Ein Vergleich zwischen de
Eukrit- und Ureilit-Pyroxenen zeigt, dass dieselben ganz ver-
schiedene FeO und MgO Gehalte besitzen: die Eukritpyroxen
sind die eisenreichsten, die bis jetzt analysiert worden sind, de
Ureilitpyroxen der magnesiareichste. Es bestätigt dieses auf da
unzweideutigste die bei der Untersuchung der Diabaspyroxen
gemachten Erfahrung, dass Pyroxene von sehr verschiedenen
Eisen- und Magnesiagehalt einen ebenso kleinen optischen Axen-
winkel haben können, wenn nur der Kalkgehalt gleichzeitig ei
sehr niedriger ist.

Cohen sagt zwar bei der Besprechung der Analysen de
Pyroxene: Nowo-Urei „zeichnet sich ferner durch ungewöhnlic
hohen Magnesiagehalt aus; doch ist dieselbe am wenigsten zu-
verlässig, da die angegebene Zusammensetzung in weit höheren
Grade auf Rechnung beruht als bei irgend einer anderen de
obigen Analysen der Fall ist."[1])

Wenn es nun auch richtig ist dass Jerofeieff und Latschi-
noff ziemlich grosse Korrektionen bei der Berechnung angebrach
haben, und dass diese vielleicht nicht alle berechtigt sind, s
müssen die angeführten Zahlen doch einigermassen den chemi-
schen Charakter des Pyroxens wiedergeben. Zum Vergleich mi

[1]) E. Cohen. Meteoritenkunde. I. S. 297.

den Zahlen von Jerofeieff und Latschinoff (VII 3 auf. S. 77) führe ich diejenigen Zahlen an (VII 1), die man erhält wenn man die von Jerofeieff und Latschinoff analytisch erhaltenen Zahlen für den in Königswasser unlöslich gebliebenen Anteil des Meteoriten, ohne andere Korrektionen als dass man Chromit und Kohle abzieht, auf 100 % umrechnet. Diese Berechnung entspricht ganz und gar der von Rammelsberg für die Eukrite ausgeführten, nur ist das Ergebnis hier dadurch unsicherer, dass der Pyroxen weniger als 30 % der Gesamtmasse des Meteoriten ausmacht, und die Fehler bei der Umrechnung auf 100 % um soviel mehr vergrössert werden als bei den Eukriten, wo der Pyroxen etwa 65 % der ganzen Masse ausmacht. Aber auch in Nowo-Urei ist im unlöslichen Anteil nur ein Silikat, der Pyroxen, sowie Chromit und Kohle vorhanden, und die so berechneten Zahlen können deshalb nicht viel von den richtigen abweichen. Wenn man in Betracht nimmt, dass die Fehler der Analyse, wie erwähnt, bei der Berechnung auf 100 % aufs dreifache vergrössert werden, ist der Unterschied zwischen den Zahlen VII 1 und VII 3 kein so grosser, dass man daran zweifeln könnte, dass der Pyroxen aus hauptsächlich Magnesiummetasilikat mit nur in untergeordneter Menge vorhandenem Eisenoxydul- und Kalksilikat besteht.

Angrit.

Angra dos Reis 1869. Der eigentümliche Stein von Angra dos Reis enthält nach der Untersuchung von Ludwig und Tschermak [1]) nicht weniger wie 93,28 % Augit. Wie Tschermak und Ludwig hervorgehoben haben, ist der Meteorit selbst der calciumreichste unter allen bekannten Meteoriten, ebenso wie der den Hauptteil desselben ausmachende monokline Pyroxen der calciumreichste der Meteoritpyroxene ist. Der Augit ist ausserdem sehr sesquioxydreich (12,30 % R_2O_3), er gehört deshalb eigentlich nicht innerhalb des Gebietes dieser Untersuchung. Da er aber nach allen Richtungen hin die konträr entgegengesetzten Eigenschaf-

[1]) E. Ludwig und G. Tschermak. T. M. P. M. VIII (1887). S. 341.

ten besitzt, ist ein Vergleich mit den kalkarmen Pyroxenen ni
ohne Intresse.

Nach Ludwig und Tschermak bildet er zwischen 0,2 u
0,5 mm grosse, schwarzbraune, glas- bis fettglänzende Kör
von muscheligem Bruche und ohne eine deutliche Spaltbark
Im Dünnschliff sieht man in manchen Körnern Spaltungsris
die bald geradlinig bald wellig verlaufen, und welche in manch
Schnitten, die quer gegen die prismatische Spaltbarkeit g
richtet sind, das für den Augit charakteristische Netz von Spa
linien bilden. „Derlei Querschnitte geben im convergenten, p
larisierten Licht das Bild einer optischen Axe mit schöner D
persionserscheinung an der Hyperbel.“ Die Auslöschungsschi
wurde im Maximum gleich 37° gefunden.

Die Farbe des Augits ist im durchfallenden Lichte ei
rote, es kommen aber sehr verschiedene Farbentöne vor: v
blassroten und sogar schwach gelblichgrünen bis tief carmin
ten, braunroten und violettroten. Der Pleochroismus ist nä
lich ein sehr starker. Ludwig und Tschermak fanden bei
dichroskopischen Untersuchung von Körnern, deren Orientieru
sich bestimmen liess, für Schwingungen parallel $\mathfrak{a}$ eine bl
gelblichgrüne, für solche parallel $\mathfrak{b}$ eine carminrote, für sol
parallel $\mathfrak{c}$ eine carmoisinrote, also mehr ins Violette neigen
Farbe.

Vor dem Lötrohre schmilzt der Augit leicht zu einem glä
zenden schwarzen Glase. Durch warme Salzsäure wird das fei
Pulver des Augits merklich angegriffen.

Betreffend der chemischen Zusammensetzung des Aug
äussern Ludwig und Tschermak: „In einer vor längerer Z
erschienen Arbeit [1]) hat der Eine von uns gezeigt, dass die
sten der damals bekannten Analysen aluminiumhaltiger Aug
einer isomorphen Mischung von zweierlei Verbindungen entsp
chen, wovon die eine die Zusammensetzung $CaMgSi_2O_6$,
andere aber die Zusammensetzung $MgAl_2SiO_6$ hat, indem die an
logen Eisenverbindungen mitverstanden werden. In dem h
berprochenen Augit ist für das eine Silikat allerdings auch
erstere Form anzunehmen, für das andere jedoch die Zusamme

[1]) Man vergleiche das Referat auf S. 1 u. 2 in der Einleitung zu di
Arbeit.

setzung $Ca\,Al_2\,Si\,O_6$, folglich in der zweiten Form Ca statt Mg einzusetzen."

Die Zusammensetzung berechnen Ludwig und Tschermak aus der Analyse (N:o IX3 S. 97) zu:

51 % $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$
25 % $Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$
20 % $Ca\,Al_2\,Si\,O_6$
4 % $Ca\,Fe_2\,Si\,O_6$

„Dieser Augit entspricht sonach in seiner Zusammensetzung einer Mischung, in welcher alle enthaltenen isomorphen Silikate Calciumsilikate sind, und derselbe repräsentiert daher in seiner prozentischen Zusammensetzung ein Maximum des Calciumgehaltes."

Cohen hat wiederum die Zusammensetzung in der Art berechnet, dass er sich die Sesquioxyde als mit MgO im „Tschermak'schen Silikat" (vergl. S. 2) verbunden denkt, erhält aber hierbei einen sehr grossen Überschuss an reinem Kalkmetasilikat: [1])

$(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4\,SiO_2$	2,97 %
$MgO \cdot (Al, Fe)_2O_3 \cdot SiO_2$	21,93 „
$(Fe, Mn)\,O \cdot SiO_2$	13,70 „
$MgO \cdot SiO_2$	13,96 „
$CaO \cdot SiO_2$	50,36 „
	102,92 %
Gefundene SiO_2	— 2,21 „
	100,71 %

Nach meinen Beobachtungen gleicht dieser Pyroxen aus Angra dos Reis ganz auffallend den titanreicheren „basaltischen Augiten". Man findet einen ähnlichen, obgleich nicht ganz so starken Pleochroismus bei vielen der Titanaugite aus den Gesteinen des Kaiserstuhlgebietes. Der Unterschied zwischen dem Augit aus Angra dos Reis und den Titanaugiten ist eigentlich

[1]) E. Cohen. Meteoritenkunde. I. S. 297.

nur der, dass der Augit aus Angra dos Reis die Eigenschafte
die die Titanaugite von den übrigen basaltischen Augiten unte
scheiden, in so zu sagen verstärktem Grade besitzt.

Ich habe die folgenden, die Angaben von Ludwig u
Tschermak ergänzenden, Beobachtungen über die optischen E
genschaften des Augits aus Angra dos Reis machen können.

Die in Schnitten senkrecht austretende optische Axe B i
sehr stark dispergiert, die Hyperbel ist auch in ziemlich dünn
Schnitten ganz und gar gefärbt, blauviolett aussen und gel
braun innen. Die in etwa parallel auslöschenden Längsschnitt
austretende Axe A ist auch in der selben Art dispergiert, ab
um sehr viel schwächer. Es ist also die Dispersion eine sta
geneigte und $\varrho > v$ um c.

Die Bisektricendispersion ist stark mit $c : c_{\varrho} < c : c_{v}$.

Der optische Charakter ist positiv.

Den optischen Axenwinkel mass ich an einem sehr gen
senkrecht zur spitzen Bisektrix verlaufenden Durchschnitt na
der Mallard'schen Methode zu: $2E = 87^{0} 54'$. Die Doppelbrechu
ist eine sehr hohe. Die Beobachtung der Auslöschungsschiefe i
auf Grund der sehr mangelhaften Spaltbarkeit des Minerals rec
schwierig.

Da die optischen Eigenschaften demnach mit denen d
Titanaugite übereinstimmen[1]) und insbesondere die so chara
teristischen Dispersionserscheinungen ganz dieselben sind, ha
ich eine Titansäurebestimmung gemacht. Zur Analyse kon
ich leider nur über 32,3 mgr Substanz verfügen, aber da d
kolorimetrische Titansäurebestimmungsmethode zu den genauest
Methoden der quantitativen Analyse gehört, darf das Resultat d
Bestimmung doch als mit Bestimmungen an grösseren Su
stanzmengen nach weniger genauen Methoden, und dieses g
für die Methoden nach welchen die meisten anderen Gemengte
der Silikate bestimmt werden, vollkommen gleichwertig angeseh
zu werden. Ich erhielt 1,87 % TiO_2 für den ganzen Meteorite

---

[1]) Angaben über die opt. Eigenschaften der Titanaugite aus basaltisch
und theralitischen Gesteinen finden sich bei Rosenbusch und Hunter: T. M.
M. XI. S. 460 sowie in den Zusammenstellungen von Becke: T. M. P.
XVIII. S. 535 und Rosenbusch: Mikroskop. Phys. 4 Aufl. I. 1905. S. 2
—211.

Da der Augit nach den Berechnungen von Ludwig und Tschermak 93.28 % des ganzen Steines ausmacht, so würde er, wenn man annimmt, dass der ganze Titansäuregehalt in ihm gebunden ist 2,00 % TiO_2 enthalten[1]).

Der aus der optischen Untersuchung gezogene Schluss, dass der Augit von Angra dos Reis zu den „Titanaugiten“ gehört, wird also vollkommen durch diese Bestimmung bestätigt. In Übereinstimmung hiermit steht, dass, wie Tschermak und Ludwig beobachteten, er so leicht von Salzsäure angegriffen wird, ein Verhalten dass auch für die Titanaugite der irdischen Gesteine charakteristisch ist. Von Flussäure und Schwefelsäure wurde er bei schwacher Wasserbadhitze sehr schnell zersetzt.

Der Titansäuregehalt von fast 2 % des Meteoriten von Angra dos Reis ist überhaupt bemerkenswert, denn bis jetzt ist Titansäure nur in geringen Mengen in Meteoriten nachgewiesen worden. Rammelsberg[2]) wies Titan zuerst als Bestandteil eines Meteoriten auf, er fand nämlich im Eukrit von Juvinas 0,16 % TiO_2. In den neulich ausgeführten Analysen von Pawlowka (Ho) und Peramiho (Eu) geben Lindner[3]) und Ludwig[4]) resp. 0,03 und 0,42 % TiO_2 an.

Der Charakter des Pyroxens deutet weiter daraufhin, dass man es in dem Meteoriten von Angra dos Reis mit einem zwar fast nur aus Augit bestehenden, meteorischen Repräsentanten der foyaitisch- theralitischen Magmen, im Sinne von Rosenbusch, zu tun hat.

---

[1]) Das Meteoritpulver wurde mit H FL und H_2SO_4 zersetzt, H FL durch mehrmaliges Eintrocknen im Nickelbecher möglichst vertrieben, der Rückstand mit saurem Schwefelsauremkali geschmolzen und die Schmelze in sehr verdünnter Schwefelsäure gelöst. Dieses geschah in einem und demselben Tiegel. Die Flüssigkeit wurde dann in eine 10 cc Messflasche gegossen mit H_2O_2 versetzt, diese bis zur Marke gefüllt und die 10 cc betragende, mittelstark gefärbte Flüssigkeit in das Kolorimetergefäss gegossen. Die Ablesungsfehler ermittelte ich in Prozenten der gesammten Substanzmenge ausgedrückt zu $\pm 0,04$ %.

[2]) C. Rammelsberg. P. A. 1848. LXXIII. S. 589.

[3]) Lindner bei C. Klein. Sitzb. Akad. z. Berlin 1904. I. S. 140.

[4]) E. Ludwig bei Fr. Berwerth. Sitzb. Akad. z. Wien 1903. CXII. I. S. 771.

Die monoklinen Pyroxene der Chondrite.

Das Vorkommen von monoklinen Pyroxenen in
Chondriten ist zuerst von Tschermak nachgewiesen word
Im Jahre 1877 hat er einen monoklinen Pyroxen aus d
Steine von *Hungen* 1877 [1]) und im folgenden Jahre einen
dem Steine von *Grosnaja* 1861 [2]) beschrieben. [3])

Der für die meisten monoklinen Pyroxene der Chond
so charakteristische polysynthetische Zwillingsbau ist wohl
Fouqué und Michel-Lévy zuerst beschrieben und abgebil
worden. [4]) Die Beschreibung und Abbildung bezieht sich zw
eigentlich auf einen künstlich dargestellten „Feldspatfre
Meteoriten", aber die Autoren betonen ausdrücklich die Id
tität dieses Pyroxens dem Aussehen nach mit denen aus
Meteoriten von Kragujevatz und Rittersgrün. [5]) Fouqué u
Michel-Lévy identifizieren anderseits den von ihnen dar
stellten Pyroxen mit einem aus nur Magnesiummetasili
bestehenden, von Ebelmen zuerst synthetisch dargestellten
roxen. Die Angaben von Fouqué und Michel-Lévy über
sen künstlich dargestellten Meteoritpyroxen sollen später
der Besprechung der synthetisch dargestellten Pyroxene w
dergegeben werden.

Der lamelläre Zwillingsbau der monoklinen Pyrox
der Chondrite wird von Tschermak zuerst 1883 bescrieben

[1]) G. Tschermak. T. M. M. I. (1877.) S. 315.

[2]) G. Tschermak. T. M. P. M. (1878.) S. 153.

[3]) Cohen führt in seiner Meteoritenkunde (I, S. 291) an, dass ein m
kliner Pyroxen in den Chondriten zuerst von Tschermak in dem Stein
Tieschitz 1878 nachgewiesen worden ist (A. Makowsky und G. Tscher
Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. Wien. 1878. XXXIX. S. 198.) Tsc
mak hat jedoch später seine diesbezügliche Angabe dahin berichtigt, dass
betreffende Mineral Olivin sei. (G. Tschermak. Sitzb. d. Akad. z. W
LXXXVIII. S. 356.)

[4]) F. Fouqué und A. Michel-Lévy. Bull. Soc. Min. IV. 1881. S.

[5]) Kragujevatz ist identisch mit *Sokobanja* 1877 (= Sarbanovac).
treffend Rittersgrün liegt wohl ein Versehen vor, denn es wird gesagt:
composition minéralogique est la même: l'une et l'autre contiennent du péri
de l'enstatite, du pyroxène magnésien et du fer natif."

[6]) G. Tschermak. Sitzb. d. Akad. z. Wien. 1883. LXXXVIII. S.

Als Beispiele von Steinen, in denen dieser Pyroxen typisch ausgebildet ist, nennt er Mezö-Madaràsz und Renazzo. Tschermak hält diese Körner für „Augit", „da die Auslöschung eine gegen die Zusammensetzungsfläche schiefe ist, diese oft wellig gebogen erscheint, da solche Schnitte keine schöne Interferenzfarben zeigen, überhaupt vom Plagioklas ganz verschieden sind, aber viele Merkmale der Augite darbieten."

Mehrere schöne Abbildungen dieses eigenartig struirten Minerals finden sich in dem Tschermak'schen Tafelwerk Taf. XV. In dem einleitenden Text zu diesem Werke macht Tschermak, ausser die eben erwähnten, noch folgende Angaben über das Mineral.[1]) „Augitchondren. — — — Die Lamellen sind weder so scharf begrenzt noch so gleichförmig dick wie in den Plagioklasen. — — — In dem Stein von Knyahinya bemerkt man den Parallelismus der Lamellen mit den feinen Spaltlinien, daher die Zwillingsebene parallel 110 oder 100 anzunehmen ist, wovon die letztere Lage als die beim tellurischem Augit gewöhnliche die wahrscheinlichere ist. — — —"

Es ist eigentlich nie mit Sicherheit festgestellt worden, dass dieses Mineral mit polysynthetischer Zwillingszusammensetzung wirklich „Augit" ist, sondern ist dies ursprünglich nur eine subjektive Anschauung Tschermak's gewesen, die aus den hier oben zitierten Angaben über das Mineral keineswegs bewiesen wird. Dieser Ansicht, dass das Mineral „Augit" ist, haben sich aber die meisten Forscher welche Meteoriten untersucht haben die dieses Mineral enthalten angeschlossen, und mit „Augit" aus einem Chondrite wird wohl jetzt im allgemeinen ausschliesslich dieses polysynthetisch struirte Mineral verstanden.

Ich habe das Mineral in Dünnschliffen aus *Mezö-Madaràsz* 1852 und *Bjurböle* 1899 studieren können. Ausserdem habe ich einzelne Durchschnitte desselben in einigen anderen Chondriten gesehen.

Beim ersten Anblick möchte man dasselbe nicht gern für einen monoklinen Pyroxen halten, denn der Zwillingsbau

---

[1]) G. Tschermak. Die Mikroskop. Beschaff. d. Meteoriten. 1885. Text. S. 15.

ist derjenigen der Plagioklase, oder vielleicht noch mehr derjenigen der Mikrokline in den Nefelinsyeniten, wo dieselben nur nach dem Albitgesetze verzwillingt sind ähnlich, und die Doppelbrechung ist auch nicht eine höhere. Die Lichtbrechung ist jedoch bedeutend stärker als bei den Feldspäten.

In *Mezö-Madaràsz* fand ich sowohl Chondren, die nur aus diesem Mineral und Glas bestehen, wie solche in denen zuerst Enstatit auskristallisiert hat und dann das polysynthetische Mineral. Wenn Enstatite vorhanden sind, sind diese stets idiomorph; das polysynthetische Mineral ist wenn eine glasige Basis beide Minerale einschliesst, idiomorph, sonst füllt es die eckigen Zwischenräume zwischen den Enstatiten aus. An solchen Chondren in denen das Mineral idiomorph ausgebildet vorkommt, konnte ich feststellen, dass die Kristalle von den Flächen (110), (100), (010), (001) und $(10\bar{1})$ begrenzt sind. Die Winkel zwischen diesen Flächen sind von derselben Grösse wie bei den monoklinen Pyroxenen überhaupt.

Die Spaltbarkeit nach dem fast rechtwinkligen Prisma ist in manchen Querschnitten recht deutlich zu sehen.

An solchen konnte ich feststellen, dass die Zwillingslamellen parallel dem Ortopinakoid liegen, und infolge dessen auch, dass die Lage der optischen Axenebene parallel der Trace von 100 ist, d. h. eine normalsymmetrische Lage einnimmt. In Folge des polysynthetischen Zwillingsbaues ist das Interferenzbild meist gestört, ich konnte jedoch feststellen, dass der Axenwinkel gross ist und dass die näher der Vertikalaxe gelegene optische Symmetriaxe $\mathfrak{c}$ die spitze Bisektrix ist.

In Schnitten mit symmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschenden Zwillingslamellen fand ich den maximalen Auslöschungswinkel $c : \mathfrak{c}$ gleich 28°.

Die maximale Doppelbrechung ist sehr niedrig, kaum höher wie die der Enstatite im selben Chondrum (und jedenfalls $< 0{,}013$).

Nach dem Obigen stimmen folglich das Kristallsyste die Formbegrenzung, die Spaltbarkeit und die hohe Lichtbrechung mit „Augit" überein, die Auslöschungsschiefe ist eine viel geringere und die Doppelbrechung ebenso. Die Lage der optischen Axenebene ist eine andere als bei den bis jetzt untersuchten Augiten, dagegen dieselbe wie bei vielen der

in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxenen, der Axenwinkel ist aber in diesem Falle ein grosser.

Auch in *Bjurböle* besitzt das Mineral ganz dieselben Eigenschaften wie in Mezö-Madaràsz. Die Spaltbarkeit ist diejenige der Pyroxene nach einem Prisma von etwa 90°. Hier habe ich sowohl Querschnitte beobachtet, in welchen man sehen kann, dass die Zwillingslamellen parallel der Querfläche (100), wie auch Längschnitte, in denen man die prismatische Spaltbarkeit beobachten kann, und in solchen die ein wenig pyramidal liegen findet man, dass die Zwillingslamellen und die, Spaltrisse nach dem Prisma sich unter einem spitzen Winkel schneiden, es können die Zwillingslamellen folglich nicht parallel dem Prisma verlaufen.

Auch hier ist die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ in Schnitten mit symmetrisch auslöschenden Zwillingslamellen im Maximum einige Grad unter dreissig, und die Doppelbrechung kaum höher als diejenige der rhombischen Pyroxene im selben Chondrum. [1])

Ausser diesem Pyroxen kommt zuweilen in demselben Chondrum und diesen Pyroxen umhüllend ein anderer monokliner Pyroxen vor. Dieser ist nicht polysynthetisch verzwillingt, und besitzt eine ziemlich starke Doppelbrechung. Auch die Spaltbarkeit zeigt, dass ein Pyroxen vorliegt. Ich habe nur wenige Durchschnitte dieses Pyroxens beobachtet, konnte aber an einem sehen, dass der Axenwinkel ein ganz kleiner ist. Dieser Pyroxen gehört also in dieselbe Gruppe wie diejenigen der meisten Meteoritenpyroxene und die aus den Diabasen von Föglö, Richmond u. a. beschriebenen.

In dem von Ramsay beschriebenen Chondren vom Typus 15 [2]) besitzen die Zwillingslamellen eine so grosse Breite, wie ich sie sonst bei diesem Pyroxen nicht beobachtet habe.

---

[1]) Ramsay giebt zwar an (W. Ramsay und L. H. Borgström. Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå. Bull. de la Comm. Geol. de Finlande. N:o 12. S. 21), dass die Doppelbrechung 0,02—0,025 erreiche. Diese Bestimmung bezieht sich aber eher auf einen den polysynthetischen „Augit" umhüllenden Pyroxen als auf diesen „Augit" selbst.

[2]) W. Ramsay u. L. H. Borgström. loc. cit. S. 21.

Ausser diesen Chondren kommen aber auch ganz ähnliche wie in Mezö-Madarász vor. Sie sind meist ganz klein. Wo sie sowohl Enstatit wie monoklinen Pyroxen enthalten, hat der Enstatit sich zuerst ausgeschieden.

Die monoklinen Pyroxene der Siderolithe.

Ich habe die folgenden Siderolithe auf einen eventuellen Gehalt an monoklinen Pyroxen prüfen können: „Mesosiderite“: *Hainholz* 1856; *Miney* 1856; *Estherville* 1879; *Donna Inez* 1888 und *Llano del Inca* 1888.

„Grahamite“: *Vaca Muerta* 1861; *Mejillones* 1874 (= Vaca Muerta?); *Crab Orchard* 1887 und *Morristown* 1887.

Es gelang einen monoklinen Pyroxen mit ganz kleinem optischen Axenwinkel in *Hainholz* 1856, *Mejillones* 1874 und *Crab Orchard* 1887 nachzuweisen. In denjenigen Dünnschliffen von den übrigen Siderolithen (und dem Siderophyr von Steinbach), die ich die Gelegenheit hatte zu untersuchen, konnte ich überhaupt keinen Pyroxen nachweisen, der sicher monoklin wäre.

Nach den Angaben in der Literatur findet sich ein solcher, wenngleich teils nur akzessorisch in Vaca Muerta[1]), Morristown[2]), Donna Inez[3]) und Llano del Inca.[4])

Die monoklinen Pyroxene sind sowohl in Crab Orchard, Mejillones und Hainholz einander ganz ähnlich. Sie sind im durchfallenden Licht fast farblos, einwenig gelblichgrün, zeigen deutliche prismatische aber keine feinlinige Spaltbarkeit, keinen polysynthetischen Zwillingsbau und keine orientierten Streifen von Einschlüssen.

---

[1]) G. Rose. Monatsberichte d. k. Akad. d. Wiss. 1863. S. 30. und Beschreibung und Einteilung d. Meteoriten. Berlin 1864. S. 81.

[2]) G. P. Merril. Am. J. Sc. 3. IV 2. (1896.) S. 149.

[3]) E. Howell (M. Wadsworth, A. C. Lane und H. B. Patton) Proc. Rochester Acad. of Sc. I. S. 93—98.

[4]) E. Howell. Ibid.

In *Mejillones* gelang es den optischen Axenwinkel an einem Durchschnitt zu messen:

$$2\,E = 19^{0}\,3' \qquad \varrho > v$$

Die meisten Schnitte, in denen man den Austritt der Bisektrix sehen kann, zeigen einen Axenwinkel von ähnlicher Grösse, in einzelnen Schnitten dürfte aber der Winkelwert kleiner sein, nahe zu 0⁰.

In den Siderolithen von Hainholz und Crab Orchard ist der Axenwinkel des monoklinen Pyroxens auch meist sicher kleiner wie 20⁰ (2 E); in Crab Orchard fanden sich jedoch auch einige Schnitte, in denen er ein wenig grösser ist, etwa 30—35⁰. Die Axendispersion ist in allen Schnitten, die ich prüfen konnte, bei diesen drei Siderolithen dieselbe, nämlich $\varrho > v$. Die Doppelbrechung ist stark; der optische Charakter positiv.

Aus *Llano del Inca* 1888 geben Wadsworth, Lane und Patton einen monoklinen Pyroxen, „der fast einaxig ist ($2\,V < 10^{0}$)", als einen wesentlichen Gemengteil an.[1]) Derselbe besitzt eine feine diallagähnliche Streifung, die aber parallel der Basis verläuft. Wahrscheinlich beruht sie auf einer polysynthetischen Zwillingsbildung nach derselben Fläche. Zuweilen sind die Körner noch ausserdem Zwillinge nach 100. Das entstehende federfahnenähnliche Gebilde, das von Lane und Patton abgebildet worden ist, gleicht ganz denen, die in der ersten Hälfte dieser Arbeit aus mehreren Diabasen (z. B. Pieni-Perävaara) beschrieben worden sind. Der Pyroxen besitzt einen schwachen Pleochroismus: gelblich parallel der Streifung und rötlich senkrecht zu ihr. Die Axendispersion ist stark „$P < V$".

An dieser Stelle ist auch zu nennen, dass Weinschenk 1898 wahrscheinlich gerade diesen monoklinen Pyroxen mit kleinem optischen Axenwinkel als einen neuen Bestandteil einiger Meteoriten beschrieben hat.[2]) Er fand nämlich in

---

[1]) E. Howell. loc. cit.

[2]) E. Weinschenk. Ueber einen neuen Bestandteil einiger Meteoriten. T. M. P. M. XVII. 1898. S. 567—568.

dem Grahamiten von Vaca Muerta eine kleine eukritähnlich
Ausscheidung, die aus einem ophitisch struirten Gemenge vo
Plagioklas und einem pyroxenähnlichen Mineral bestand. Dieses wäre jedoch nach Weinschenk nicht Pyroxen, sondern ei
neues monoklines oder triklines Mineral von unbekannte
Zusammensetzung, denn es liesse sich in optischer Beziehung „mit keinem der bekannten Pyroxene identifizieren“
Nach dem es hier in dieser Arbeit gezeigt worden ist, dass
die meisten monoklinen Pyroxene der Meteoriten fasst einaxig sind, so fällt die Ursache, auf Grund welcher Weinschenk das Mineral nicht für Pyroxen ansehen konnte, sondern es für ein neues Mineral hielt, fort.

Über synthetisch dargestellte monokline Pyroxene mit niedrigem Kalkgehalt.

Im Jahre 1851 hat Ebelmen durch Zusammenschmelzen
von Magnesia, Kieselsäure und Borsäure in einem Porzellanofen synthetisch eine kristallisierte Verbindung hergestellt,
die wie die Analyse zeigt aus Magnesiummetasilikat besteht.[1]
Die Kristalle waren mehrere cm. gross, und Ebelmen konnte
einige Winkel am Goniometer messen. Der Prismenwinkel
beträgt nach seiner Messung 87° 31′. Ebelmen konnte weiter
feststellen, dass das Mineral zweiaxig ist, und dass die Axenebene parallel der Prismenrichtung ist. Das Sp. G. ist 3,16.
Ebelmen hebt besonders das eigentümliche „geränderte“ Aussehen der Kristalle hervor.

Später haben Fouqué und Michel-Lévy die von Ebelmen
erhaltenen Kristalle mikroskopisch untersucht. Sie sagen
betreffend die Beschaffenheit des Produktes:[2]) „Ähnliche

---

[1]) Ebelmen. Ann. de phys. et chém. (1851). XXXIII. S. 58.

[2]) F. Fouqué et Michel Lévy. Synthèse des Mineraux et des Roches.
Paris 1882. S. 108.

Eigenschaften können ebenso gut einem rhombischen wie einem monoklinen Mineral zukommen, und man könnte deshalb versucht sein das Ebelmen'sche Produkt für Enstatit anzusehen. Aber eine Untersuchung im parallelen Licht zeigte uns, dass es zur Pyroxenfamilie gehört. Die Kristalle in Frage sind sehr verzwillingt; und die parallel der Querfläche gelegenen Zwillingsflächen geben den Durchschnitten ein gestreiftes Aussehen, das sogar im gewöhnlichen Licht beobachtet werden kann und auch von Ebelmen erwähnt worden ist. Die Auslöschungsschiefe auf 010 schliesst jeden Gedanken an einen rhombischen Körper aus: weit entfernt davon parallel der Längsrichtung zu sein, liegt die Auslöschungsrichtung etwa 28° zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze. Dieses ist ein Maximum niedriger als beim Augit, aber immerhin recht hoch." Fouqué und Michel-Lévy halten es aus diesem Grunde für sicher, dass das Produkt ein nur aus Magnesiasilikat bestehender Pyroxen ist. „Die Feststellung hiervon scheint uns von um so grösserer Bedeutung zu sein, da die Substanz in Frage mehrere Mal künstlich dargestellt und unter dem Namen Enstatit beschrieben worden ist, und da sie eine intressante Rolle in der Geschichte sowohl der natürlichen wie der künstlich dargestellten Meteoriten spielt." — — — „Die am meisten charakteristische Eigenschaft dieses Magnesium-Pyroxens ist die Zwillingsbildung nach 100 — — — Die Menge der Zwillingslamellen ist eine so grosse,dass derselbe zwischen gekreuzten Nicols mit den triklinen Feldspäten verglichen werden kann.

In den Fällen, wo die Lage der optischen Axenebene beobachtet werden kann, ist diese parallel der Tracen der Hauptspaltbarkeit und der der Zwillinge."[1])

Fouqué und Michel-Lévy haben auch die von Hautefeuille 1864 und Stanislas Meunier 1880 dargestellten kristallisierten Magnesiametasilikate mit dem Ebelmen'schen Magnesiumpyroxen identifizieren können.[2])

Bei mehreren der Gesteinssynthesen, die Fouqué und Michel-Lévy ausführten, erhielten sie dieses selbe Silikat durch

---

[1]) F. Fouqué et Michel-Lévy. Loc. cit. S. 68.

[2]) Loc. cit. S. 108 u. 109.

einfaches Schmelzen ohne jewelche Zusätze von nur aus Mag
nesia, Eisen und Silicium, aber dagegen keinen Alkalien un
Kalk enthaltenden Mischungen. Das von ihnen erhalten
Produkt besass denselben polysynthetischen Zwillingsbau un
die Auslöschungsschiefe von 28⁰ auf dem Klinopinakoid. B
einem Versuche, wo sie Olivin, Enstatit, Magnetit und de
Pyroxen mit polysynthetischen Zwillingsbau erhielten, hatt
sich dieser zuletzt ausgeschieden. Fouqué und Michel-Lév
sagen betreffend die von ihnen erhaltenen Produkte: „Di
Eisenmenge, die sie enthalten, kann keine besonders gross
sein, und in allen Fällen sind sie vollkommen kalkfre
Beständig mit dem Enstatit vergesellschaftet, scheint di
monokline Verbindung diesen mehr oder weniger vollständig
von der Kristallisationstemperatur abhängend, zu erset
zen. — Tschermak hat auch aus dem Meteoriten von Sher
gotty einen an Kalk auffallend armen Augit beschrieben.“[1]

Ein Vergleich dieser Beschreibung von Fouqué un
Michel-Lévy mit der auf S. 49 gegebenen über das polysyn
thetisch struirte Pyroxenmineral aus den Chondriten (Mezö
Madarász und Bjurböle) zeigt dass die Ähnlichkeit zwische
denselben nicht nur eine sehr grosse ist, sondern dass sie di
gleichen optischen Eigenschaften besitzen und unzweifelhaf
wirklich identisch sind.

Cohen referiert in der Meteoritenkunde I kurz die syn
thetischen Untersuchungen von Ebelmen und Fouqué un
Michel-Lévy und sagt „Sollten sich die Annahmen von Fou
qué und Michel-Lévy bestätigen[2]), so würde man diese Pyro
xene als Magnesium-Diopsid bezeichnen können.“[3]) E
schlägt für diese Pyroxene also denselben Namen vor, de
Rosenbusch neulich den in den Diabasen vorkommenden
zuerst für Salit gehaltenen monoklinen Pyroxenen mit klei
nem optischen Axenwinkel gegeben hat.[4]) Ich werde au
diese Nomenklaturfrage später zurückkommen.

---

[1]) Loc. cit. S. 71.

[2]) d. h. dass das künstlich erhaltene Produkt mit dem monokline
Pyroxen der Meteorite von Rittersgrün und Sarbanovac identisch ist.

[3]) E. Cohen. Meteoritenkunde I. 1894. S. 301.

[4]) H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie I, 2. (1905). S. 20

Weitere Beiträge zur Kenntnis dieser synthetischen Produkte hat Vogt geliefert.[1]) Er hat sowohl die Originalpräparate von Ebelmen, Hautefeuille u. s. w. im Collège de France studiert als auch Schlacken, in denen dieses Mineral auftritt. Die Beschreibung von Vogt stimmt ganz und gar mit derjenigen von Fouqué und Michel-Lévy überein, ausserdem giebt aber Vogt an, dass es eine ausgezeichnet gute Spaltbarkeit nach einer fast senkrecht gegen die *C*-Axe verlaufenden Flächebesitzt.

I den Schlacken, in denen Vogt das Mineral beobachtet hat, kommt es in untergeordneter Menge zusammen mit Enstatit und Diopsid vor und scheint gleichzeitig mit dem Enstatit gebildet zu sein. Die Schlacken, in denen es sich gebildet hat, enthalten etwa dreimal soviel Mg O + Fe O wie Ca O.

In Betreff der mineralogischen Stellung des Minerals sagt Vogt: „Aus diesen Kriterien ergiebt sich, dass unser Mineral nicht mit Enstatit identisch ist, und dass es überhaupt nicht rhombisch kristallisiert; es gehört entweder dem mono- oder dem asymmetrischen System an, — welches von diesen zwei lässt sich nicht bestimmen. — Von den französischen Forschern (F. Fouqué et M. Lévy, Bourgeois) wird es in die Pyroxen-Gruppe eingereiht, und als ein monosymmetrischer Augit, mit Mg O als alleiniger Base, betrachtet. Der Grund hierzu ist, dass Ebelmen angiebt, dass er an dem betreffenden Mineral die Winkel $\infty P : \infty P = 87^0\,31'$ und $\infty P : \infty \overline{P} \infty = 133^0\,35'$ gefunden hat. Hierüber ist jedoch zu bemerken: Ebelmen hat bei seinen Experimenten nicht nur die neue Mg Si O_3-Varietät, sondern auch Enstatit bekommen (von Vogt in einem der Ebelmen'schen Präparate in der Sammlung in Collège de France nachgewiesen); die Messungen hätten ebenso gut an diesem Mineral wie an dem neuen Mineral stattfinden können. In der Tat ist es nicht wahrscheinlich, dass die neue Varietät zu der Pyroxengruppe gehöre, und dass sie ein Mg O-Augit sei; erstens ist die polysynthetische Zwillingsbildung, welche das am meisten hervortretende Kriterium des neuen Minerals bildet, nicht für die Augite

---

[1]) J. H. L. Vogt. Beitr. z. K. d. Gesetze d. Mineralbildung in Schmelzmassen u. in d. neov. Ergussgesteinen. Kristiania 1902. S. 71—78.

charakteristisch; zweitens weicht es in Bezug auf die Spal barkeit stark von den Augiten ab."[1])

Neulich hat sich Vogt noch ausgesprochener in derse ben Richtung geäussert[2]): „Von diesem neuen Mg Si O_3-Mine ral wissen wir dass die Zusammensetzung 1 Mg O: 1 Si O_2 is dass es monoklin oder triklin ist, und dass es keine Ähn lichkeit mit den Pyroxenen zeigt; es ist somit irreleiten wenn es früher von den französischen Forschern als »Mg Pyroxen« bezeichnet worden ist."

Vogt scheint nicht bei dieser Behauptung beachtet z haben, dass dieses Mineral auch in den Meteoriten vorkommt Dass es nicht triklin sondern monoklin ist, geht schon mi ziemlich grosser Sicherheit aus den Beobachtungen von Fou qué und Michel-Lévy hervor, sowie aus dem, was über da Mineral aus den Meteoriten von Mezö-Madarász und Bjurböl gesagt worden ist. Dieses lässt sich auch in einem Dünn schliff einer Schmelze, die ich nach den Angaben von Ebel men herstellte nachweisen.

Es war ursprünglich meine Absicht den Ebelmen'sche Versuch zu wiederholen, um wo möglich die optischen Kon stanten dieses Minerals, in dem ich das Endglied einer Py roxenserie, zu der die in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxen der Hunne- und Kongadiabasen zu rechnen seien, zu finde glaubte. Die Resultate, zu denen diese Untersuchung geführ haben, machen es indess wünschenswert, dass auch das ent sprechende Eisenmetasilikat untersucht wird, und zeigen das es vor allem von Wichtigkeit ist festzustellen, ob dieses Minera ganz und gar kalk- und aluminiumfrei ist oder ob es sich wie ich jetzt glaube, durch einen geringen Kalkgehalt vo dem Enstatit unterscheidet. Der Mangel an geeigneten Expe rimentieröfen, sowie dass ich die Angaben über die in de vorliegenden Arbeit beschriebene Pyroxenreihe, innerhal welcher dieses Magnesiummetasilikat, meiner Ansicht nach nu einen dem einen Endgliede nahe gelegenen Zwischenplatz ein nimmt, sobald wie möglich zu veröffentlichen wünschte, be

[1]) Loc. cit. S. 73—74.

[2]) J. H. L. Vogt. Die Silikatschmelzlösungen I. S. 46. Videnskabs selskabets skrifter. I. Math.-nature. Klasse. 1903. N:o 8.

wirkten, dass ich diese synthetische Untersuchung bis auf's weitere aufgeschoben habe.

Bei einem Schmelzversuche, den ich mit den von Ebelmen angegebenen Substanzmengen in einem Rössler'schen Gasschmelzofen unternahm, erhielt ich an der Oberfläche der Schmelze nahezu 1 cm lange aber sehr dünne, blätterige Kristalle, die nach der mikroskopischen Untersuchung zu urteilen sicher Enstatit sind. Die Hauptmasse der Schmelze bestand aus einem isotropen Glase, und in diesem lagen lange Enstatitsäulen und etwas kürzere und breitere solche, die den selben Zwillingsbau und überhaupt das selbe Aussehen wie das Pyroxenmineral in den Chondren des Meteoriten von Mezö-Madarász besassen. Das letztere Mineral war in etwa derselben Menge vorhanden wie der Enstatit, hat sich aber, darnach zu urteilen, dass mehr kleine Individuen von ihm als vom Enstatit vorhanden sind, später als dieser ausgeschieden.

Das Mineral wird von den Flächen (110), (100), (010), (001) und (10$\bar{1}$) begrenzt. Der Winkel des Grundprismas beträgt fast 90°, und die Flächenbegrenzung ist folglich ganz dieselbe wie bei den Kristallen in den Chondren von Mezö-Madarász und stimmt mit denen der Pyroxene überein.

In Querschnitten sieht man eine feinlinige und sehr scharf ausgebildete Spaltbarkeit. Die Spaltrisse verlaufen parallel den Prismenflächen und schneiden sich unter einem Winkel von zirka 90°. Es ist die für die Minerale der Pyroxenfamilie so charakterische Spaltbarkeit nach dem Grundprisma.

Der polysynthetische Zwillingsbau ist ganz derselbe wie bei dem Pyroxen aus Mezö-Madarász, die Zwillingsebene ist parallel der Trace der Querfläche (100). Da die Kristalle sehr scharf ausgebildet sind, lässt es sich auf Grund der Lage der Zwillingsebene und der optischen Symmetrieaxen mit Bestimmtheit nachweisen dass sie monoklin und nicht triklin sind, wie es Vogt für möglich hält. Die Auslöschungsschiefe c:c fand ich in symmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschenden Schnitten im Maximum gleich $13^1/_2$°, also nur gleich der Hälfte derjenigen der Pyroxene, die Ebelmen und Fouqué und Michel-Lévy dargestellt haben, welche gleich derjenigen im Meteoriten von Mezö-Madarász ist. Die optische

Axenebene verläuft der Trace der Querfläche auf (001) parallel. Der Axenwinkel ist gross, der optische Charakter positiv, die Doppelbrechung ist nur unbedeutend höher als die des Enstatits.

Leider war dieser Versuch in einem „Morgan'schen Sandtiegel“ unternommen worden, und dieser wurde von der Schmelze stark angegriffen. Die von dem Tiegel aus der Schmelze aufgenommenen Bestandteile können aber jedenfalls nicht viel die Zusammensetzung des in den inneren Teilen der Schmelze auskristallisierten Minerale beeinflusst haben. Anderseits lässt es sich deshalb nicht sagen, ob das von mir erhaltene Mineral ein wenig Kalk, Thone oder Eisenoxyde enthält oder nicht.

Auf Grund dieser Beobachtungen kann ich mich der Anschauung von Vogt, dass das Mineral nicht zur Pyroxenfamilie gehört, nicht anschliessen. Dass die synthetisch dargestellten Verbindungen mit den monoklinen Pyroxenen der Chondrite identisch sind, ist unzweifelhaft, wie diese stehen sie den Eigenschaften nach gewissermassen vermittelnd zwischen den monoklinen und rhombischen Pyroxenen.

Es ist noch zu nennen, dass Vogt sowohl in eisenreichen Schlacken wie in eisenreichen Schmelzprodukten ein Mineral, das der mikroskopischen Beschaffenheit nach ganz dem vorigen ähnlich ist, beobachtet hat.[1]) Es besitzt teils denselben Zwillingsbau, teils kommen auch einfache Individuen vor. Die Auslöschungsschiefe beträgt auch in diesem Fall 25—30°, die Interferenzfarben sind niedrig. Weil das Mineral aus eisenreichen Bisilikatschmelzen mit Fe O als wichtigste Base sich ausgeschieden hat, hält Vogt es für ein aus hauptsächlich Eisenmetasilikat bestehendes Mineral. So lange keine Analysen dieses Minerals ausgeführt worden sind, lässt es sich natürlich nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass dieses der Fall ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Pyroxene aus den Chondriten nicht nur das Magnesiasilikat enthalten, sondern auch das entsprechende Eisensilikat, und dieses ist mit einigen der

[1]) J. H. L. Vogt. Loc. cit. (1892.) S. 78—80.

von Fouqué und Michel-Lévy dargestellten Pyroxenen sicher auch der Fall. Die Entscheidung ob eine ganze Serie zwischen der Magnesiaverbindung und der Eisenverbindung vorhanden ist, und ob diese Minerale ganz dieselbe Zusammensetzung wie die rhombischen Pyroxene besitzen und somit heteromorph mit ihnen sind, oder ob sie vielleicht sich durch einen nicht unbedeutenden Kalk oder Sesquioxydgehalt von ihnen unterscheiden, muss durch künftige experimentelle Untersuchungen entschieden werden.

Zusammenfassung.

Die Beziehungen zwischen den kalkarmen monoklinen Pyroxenen mit kleinem Winkel der optischen Axen und den übrigen Pyroxenen.

Als ich die vorliegende Untersuchung über die Pyroxene der Diabase unternahm, war es, weil ich bei den Pyroxenen der Svirdiabase Axenwinkelwerte von sehr verschiedener Grösse beobachtete, und da ich fand, dass bei anderen Kongadiabasen (aus Schonen, Süd-Waranger, etz.) das Verhältnis ein ähnliches war, fasste ich die Pyroxene der Kongadiabase als zu einer besonderen Pyroxenserie angehörig auf. Diese Pyroxenserie würde sich von den anderen Pyroxenserien dadurch unterscheiden, dass der optische Axenwinkel der Glieder derselben um so kleiner wäre, je mehr diese von einem Gliede der Pyroxenfamilie, das selbst einen ganz kleinen optischen Axenwinkel besässe, isomorph beigemischt enthielten. Für dieses Endglied mit kleinem optischen Axenwinkel glaubte ich den zuerst von Törnebohm nachgewiesenen Pyroxen der Hunnediabase,von dem Hovey gezeigt hat, dass er einen kleinen Axenwinkel besitzt, halten zu dürfen.

Die Untersuchung der Pyroxene aus den Diabasen von Föglö und Richmond ergab nun das Resultat, dass sie einen ähnlich kleinen Axenwinkel besitzen. Die Analysen dieser Pyroxene zeigen aber, dass dieselben bei einem ähnlich niedrigen Kalkgehalt doch dem Eisen- und Magnesiagehalte

nach verschieden sind. Es liegt folglich in diesen Pyroxenen mit kleinem optischen Axenwinkel keine Mineralspezies von konstanter Zusammensetzung vor, sondern der kleine optische Axenwinkel kommt solchen Pyroxenen zu, die hauptsächlich durch ihren niedrigen Kalkgehalt einander ähnlich sind.

Bei mehreren der untersuchten Diabase zeigen die Pyroxene mit kleinem Axenwinkel in verschiedenen Teilen der Durchschnitte verschieden grosse Axenwinkelwerte. Bei dem Pyroxen aus dem Diabase von Richmond wird dieser Unterschied so gross, dass der Axenwinkelwert bis Null für eine bestimmte Farbe sinken kann, und dass der Winkel sich dann in der zur vorigen senkrechten Lage wieder öffnet und vergrössert.

Diese Schwankungen in der Grösse des optischen Axenwinkels müssen entweder davon abhängen, dass die Pyroxene einer isomorphen Mischungsreihe angehören und eine etwas verschiedene chemische Zusammensetzung in verschiedenen Teilen besitzen, oder auch davon, dass sie optisch anomal sind. Da bei den Pyroxenen mancher Diabase lamelläre Strukturen vorkommen (z. B. die des Pyroxens aus dem Diabase von Pieni—Perävaara, vergl. S. 47), könnte man sich denken, dass diese die Ursache zu einer optischen Anomalie bei dem Pyroxen seien, und dass in Fällen wo solche Strukturen sich nicht zeigen sie doch als in submikroskopischen Dimensionen vorhanden dieselben Erscheinungen bewirken könnten.

Dass diese optischen Erscheinungen aber nicht auf eine optische Anomalie der monoklinen Pyroxene beruhen, zeigt schon die abweichende chemische Zusammensetzung derjenigen Pyroxene, die einen kleinen optischen Axenwinkel besitzen von der Zusammensetzung der bis jetzt genauer bekannten monoklinen Pyroxene, bei denen der Axenwinkelwert 2 V nur zwischen etwa 58 $1/2^{\circ}$ und 61° schwankt.

Diese abweichende Zusammensetzung der Pyroxene mit kleinem Axenwinkel von derjenigen der übrigen monoklinen Pyroxene (die alkaliführenden derselben sind natürlich hier nicht in Betracht zu nehmen) tritt aber nur dann deutlich hervor, wenn man die Kalkgehalte, oder die Eisen- und Magnesiagehalte zusammengenommen vergleicht, alle sind sie nämlich gegenüber den bis jetzt beschriebenen sehr kalkarm.

Vergleicht man aber die Eisen- oder Magnesiagehalte apart für sich, so findet man sogar grössere Unterschiede zwischen Pyroxenen mit kleinem Axenwinkel unter sich, als wie zwischen diesen und den übrigen Pyroxenen. Besonders deutlich tritt dieses bei dem Vergleich der Meteoritpyroxene mit kleinem Axenwinkel unter sich hervor, so hat zum Beispiel der Pyroxen von Noco Urei über 30 % Mg O und etwa 8 % Fe O, die Pyroxene der Eukrite dagegen etwa 30 % Fe O und 10 % Mg O. Aus dem Vergleich der Zusammensetzung der Pyroxene geht es also hervor, dass einerseits die Pyroxene mit kleinem optischen Axenwinkel sich chemisch von der Hauptgruppe der monoklinen Pyroxene unterscheiden, anderseits aber, dass es nicht ein Endglied giebt mit kleinem Axenwinkel, oder was richtiger ist: das den kleinen Axenwinkel bedingt, sondern zwei: ein eisenreiches und ein magnesiareiches, und dass diese sich gegenseitig vertreten können.

Es sind keine in den Pyroxenen enthaltene Magnesia- und Eisensilikate bekannt die einen kleinen optischen Axenwinkel besässen, und gegen die Annahme, dass gerade in den hier beschriebenen Pyroxenen der Diabase von Föglö und Richmond, und denen der Eukrite, bei denen allen das Verhältnis von Ca O : Fe O + Mg O etwa das gleiche ist (annähernd 1 : 6), Pyroxene vorlägen, die aus Mischungen zwischen diesen beiden reinen Endgliedern beständen, sprechen die Schwankungen in der Grösse des optischen Axenwinkels sowohl bei den sehr magnesiareichen (z. B. der Pyroxen aus dem Diabas von Richmond), wie bei den sehr eisenreichen (z. B. der Pyroxen aus dem Meteoriten von Juvinas), welche zeigen, dass dieselben nicht Endglieder sind, denn solchen kommen konstante Eigenschaften zu. Sie müssen eher als diejenigen Glieder einer Serie (oder mehrerer), innerhalb welcher die Grösse des Axenwinkels in einem Intervall oder mehreren den Nullwert passiert, die gerade demjenigen Teil der Serie angehören, wo der Axenwinkel seine kleinsten Werte besitzt, aufgefasst werden.

Der Axenwinkelwert würde dann innerhalb dieser Serie von relativ grossen Werten durch mittelgrosse Werte (z. B. Pyroxene der Kongadiabase und anderer) zu kleinen und sehr kleinen Werten herabsinken (z. B. die s. g. Salite der Hunne-

diabase, Pyroxen von Föglö) und schliesslich zuerst für die eine Farbe, dann für die andere die Null-Lage passieren, um sich hierauf wieder in der zu der vorigen, senkrechten Ebene zu öffnen (z. B. die Pyroxene aus dem Diabas von Richmond und dem Eukrit von Juvinas), und sogar ziemlich gross zu werden (z. B. im Eukrit v. Juvinas).

Bei isomorphen Substanzen kann der Fall eintreten, dass der optische Axenwinkel in der beschriebenen Art den Nullwert passiert bei Gliedern, die eine Zwischenstellung innerhalb der Reihe einnehmen, in dem Fall, dass die optischen Axenebenen der Endglieder der Serie nicht in derselben Ebene liegen. Ein solcher Fall wurde zuerst von Sénarmont beobachtet.[1]) Er fand dass die weinsauren Natron-Kali- und Natron-Ammoniumsalze („Seignettesalze") Mischkristalle bilden, von denen gewisse fast einaxig sind. Die reinen Salze kristallisieren rhombisch und besitzen ziemlich grosse optische Axenwinkel; die Ebenen der optischen Axen stehen bei denselben senkrecht zu einander. Später hat Dufet die ebenfalls rhombisch kristallisierenden Magnesium-, Nickel- und Zinksulfate untersucht und gezeigt, dass die Hauptbrechungsindices der isomorphen Mischungen dieser Salze sich proportionell der Mengenverhältnisse der eingehenden Komponennten ändern, d. h. dass das Lichtbrechungsvermögen bei den isomorphen Substanzen eine additive Eigenschaft ist. Dieses ist dann auch später von Lavenir[2]) durch genaue Bestimmungen an den Seignettesalzen bestätigt worden.

Noch mehr tritt die Abhängigkeit der Hauptbrechungsindices von der Zusammensetzung der Mischung in der Grösse des optischen Axenwinkels hervor, da auch kleine Verschiedenheiten der Hauptbrechungsindices grosse Unterschiede in der Grösse des optischen Axenwinkels bewirken. Wyrouboff hat Messungen über die Grösse des optischen Axenwinkels bei den rhombisch kristallisierenden Ammonium- und Kaliumsulfaten und Chromaten ausgeführt.[3]) Bei diesen stehen die Ebenen der optischen Axen auch senkrecht zu einander und

---

[1]) Sénarmont. P. A. 86. (1851). S. 35 & 70.

[2]) A. Lavenir. Bull de la Soc. Mineralogique. XVII. 1894. S. 153.

[3]) G. Wyrouboff. Bull. Soc. Mineralogique II. (1879.) S. 91. u. 170.

es nimmt der optische Axenwinkel innerhalb der Mischungsreihe kontinuirlich bis Null ab, und wird dann grösser in der zur vorigen senkrechten Ebene. Solche Fälle, in denen die Axenebenen bei den verschiedenen Komponenten einer isomorphen Serie senkrecht zu einander stehen, sind bei monoklin und triklin kristallisierenden Substanzen nicht genauer untersucht worden.

Was für die rhombischen Kristalle gültig ist, muss indessen auch für die monoklinen gelten, und man darf deshalb annehmen, dass wenn in den zwei Endgliedern einer isomorphen Serie von monoklin kristallisierenden Substanzen die Axenebenen senkrecht auf einander stehen d. h. dieselbe in dem einen Glied symmetrisch, in dem anderen Glied normalsymmetrisch gelegen ist,[1]) in den zwischenliegenden Teilen der Serie der Axenwinkelwert wenigstens einmal den Nullwert passiert. Dieses trifft ein, wenn eine der optischen Symmetrieaxen bei den beiden reinen Substanzen in dieselbe Richtung fällt. Fallen keine der einander entsprechenden optischen Symmetrieaxen in dieselben Richtungen, so passiert der optische Axenwinkel zwei Mal einen Nullwert, falls eine kontinuirliche isomorphe Serie vorhanden ist. Die optischen Verhältnisse der monoklinen Kristalle sind aber deshalb natürlich komplizierter als die der rhombischen, weil zwei der optischen Symmetrieaxen nicht mit einander zusammenfallen, sondern einen Winkel gleich dem Unterschied zwischen den Auslöschungsschiefen der Substanzen auf dem Klinopinakoid mit einander bilden. Diese Auslöschungsschiefe und die Lage der Axenebene bei normalsymmetrischer Stellung derselben wird nun auch innerhalb der isomorphen Serie bei verschiedenen Gliedern verschieden sein.

Es liegt nun nach meiner Meinung die Erklärung für das Verhalten der in dieser Arbeit beschriebenen kalkarmen monoklinen Pyroxene in optischer Hinsicht darin, dass sie aus isomorphen Mischungen bestehen, von denen einige eine symmetrisch gelegene optische Axen-

[1]) Eine optische Symmetrieaxe muss in beiden Fällen mit der kristallographischen in *b-Axe* zusammenfallen.

ebene mit grossem Winkel der optischen Axen besitzen, andere wieder eine normalsymmetrisch gelegene. Die Endglieder mit normalsymmetrischer Axenlage müssen aber auch einen grossen Axenwinkel um diejenige optische Symmetrieaxe besitzen, die bei dem Übergang aus der einen Lage der optischen Axenebene in die andere die spitze Bisektrix ist. Aus der chemischen Zusammensetzung der in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxene ergiebt sich nun, wie früher erwähnt worden ist, dass die Endglieder, die den kleinen optischen Axenwinkel bei diesen Pyroxenen bewirken, eisen- und magnesiareiche Pyroxensilikate sein müssen, und dass dieselben sich in allen Verhältnissen vertreten zu können scheinen. Sowohl die Reihe der rhombischen Pyroxene (Enstatit—Hypersthen — unbekanntes Eisenmetasilikat), wie die aus den Chondriten beschriebenen polysynthetisch verzwillingten monoklinen Pyroxene, die mit den künstlich dargestellten Mg-Pyroxen Ebelmen's übereinstimmen, und das in Schlacken vorkommende entsprechende Eisenmetasilikat (Vergl. S. 124) erfüllen nun diese Bedingungen.

Falls der Ebelmen'sche Mg-Pyroxen aus reinem Magnesiasilikat besteht und mit dem Enstatit heteromorph ist, so erscheint es wegen seines monoklinen Charakters natürlich, denselben als das magnesiumreiche Endglied zu halten. Das Verhalten, dass die Auslöschungsschiefe und mit ihr die Lage der optischen Axenebene selbst in verschiedenen Vorkomnissen und bei verschiedenen der künstlich dargestellten Minerale eine verschiedene ist, scheint mir aber darauf hinzuweisen, dass derselbe auch nur ein dem Magnesiumendgliede nahe gelegenes Glied der Reihe ist. Hiermit stimmen seine optischen Eigenschaften, wie später gezeigt werden soll, auch gut überein. Ob der Ebelmen'sche Mg-Pyroxen oder der Enstatit das magnesiumreiche Endglied das in den in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxenen eingeht ist, kann natürlich erst dann sicher entschieden werden, wenn erwiesen worden ist, ob der Ebelmen'sche Mg-Pyroxen und der Enstatit heteromorph sind oder nicht.

Es bleibt nun übrig nachzusehen, in wie fern die optischen Eigenschaften der in dieser Arbeit beschriebenen kalk-

armen Pyroxene mit denjenigen übereinstimmen, die sich theoretisch für Pyroxene welche sich aus einer Mischung der Pyroxene der Diopsid-Hedenbergitreihe oder der basaltischen Augite einerseits, sowie der rhombischen Pyroxene anderseits ergeben.

Bei der Aufstellung von Tschermak, wobei der spitze Prismenwinkel der rhombischen Pyroxene nach vorn gerichtet ist, besitzt die Hauptspaltbarkeit der rhombischen und monoklinen Pyroxene nach dem Prisma dieselbe Orientiering, und in dieser Stellung kommen die beiden Minerale auch immer vor, wenn man sie in Verwachsung mit einander in den Eruptivgesteinen findet. Sie bilden in diesen teils eine lamelläre, der perthitischen Verwachsung der Feldspäte ähnliche Verwachsung nach der Querfläche (100), die zuweilen zu „mikroperthitischen“ Dimensionen herabsinkt, teils ist der rhombische Pyroxen von dem monoklinen Pyroxen umwachsen. Hierbei steht die Axenebene der rhombischen Pyroxene auf derjenigen der monoklinen Pyroxene senkrecht. Der Winkel der optischen Axen um die optischen Symmetriaxe $\mathfrak{c}$ ist ein grosser, er variiert bei den bis jetzt untersuchten rhombischen Pyroxenen von einem Wert von zirca 70° für 2 V bei den eisenärmsten (Enstatit), bis zu einem Wert von etwa 130° für die eisenreichsten (Hypersthen mit 52 % der Eisenverbindung). Nach dem, was auf der vorigen Seite über die optischen Erscheinungen von aus monoklinen Kristallen bestehenden Mischkristallen gesagt wurde, muss, falls eine Mischung von Silikaten mit den optischen Eigenschaften der Diopsid-Hedenbergitreihe einerseits und der Enstatit-Hypersthenreihe anderseits vorliegen, da die optischen Symmetrieaxen $\mathfrak{c}$ (bei $c:\mathfrak{c}$ bei dem monoklinen Pyroxen $< 45^0$) in diesen in derselben Richtung liegen, die optischen Symmetriaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ dagegen in entgegengesetzten Richtungen, der Fall eintreten, dass alle die zwischenliegenden Glieder der Serie von den Endgliedern aus gerechnet immer kleinere optische Axenwinkel haben. Und wenn man von dem einen Endgliede der Serie ausgeht, so muss der Axenwinkelwert abnehmen, je weniger von diesem in der Mischung vorhanden ist, bis der Axenwinkel gleich Null wird, erst für die eine Farbe, dann für die andere. Dann wächst der Axenwinkel wieder und

nähert sich dem Werte des anderen Endgliedes der Serie, je mehr von diesem in die Mischung eintritt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung über die Beziehungen zwischen der Grösse des optischen Axenwinkels und der chemischen Zusammensetzung stimmen nun ihrem Verlauf nach, wie aus der vorigen Darstellung hervorgeht, ganz mit denen für eine Mischung von Silikaten der Diopsid-Hedenbergitreihe einerseits und der Enstatit-Hypersthen-(Eisenmetasilikat-)Reiche anderseits, überein.

Da die optischen Symmetrieaxen c der beiden Pyroxenserien einen Winkel, der gleich dem Auslöschungswinkel der Verbindungen der Diopsid-Hedenbergitreihe ist, mit einander bilden, zwei optische Symmetrieaxen in den beiden Endgliedern aber mit der kristallographischen *b*-Axe zusammenfallen, müssen die Zwischenglieder der Serie einen kleineren Auslöschungswinkel haben als die monoklinen Pyroxene überhaupt, d. h. die optischen Symmetrieaxen c müssen einen kleineren Winkel mit einander bilden als derjenige zwischen c : c bei den Endgliedern. Soweit die Auslöschungsschiefe bei den untersuchten Pyroxenen bestimmt werden konnte, ist sie ziemlich gross: bei Schtscheliki (S. 34) 45°, bei Föglö (S. 22) 44 $^1/_2$° und bei den Pyroxenen der Eukrite nur wenig unterhalb 40°. Anderseits beträgt sie bei den Ebelmen'schen Mg-Pyroxenen nur 28° (S. 119) und 13 $^1/_2$° (S. 123), und in den entsprechenden der Chondrite im Maximum unterhalb 30°.

Nach der von Mallard abgeleiteten Formel für die Berechnung der Auslöschungsschiefe auf einer beliebigen Fläche eines Körpers, der einer isomorphen Reihe angehört, ist die Doppelbrechung der Endglieder von sehr grossem Einfluss auf den Verlauf der Veränderung des Winkels. [1]) Die Formel von Mallard ist jedoch nur annähernd richtig, und gilt nach Michel-Lévy und Lacroix überhaupt nur in den Fällen, wo der Unterschied in den optischen Eigenschaften zwischen den Endgliedern der Serie kein allzu grosser ist und die Doppelbrechung gering ist. [2]) Die Mallard'sche For-

---

[1]) E. Mallard. Sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques. Bull. Soc. Minéralogique. IV (1881). S. 96.

[2]) A. Michel-Lévy et A. Lacroix. Les Minéraux des Roches. Paris 1888. S. 81.

mel zeigt aber, dass vor allem derjenige Komponent der stark doppelbrechend ist, von Einfluss auf die Grösse des resultierenden Auslöschungswinkels ist. Die Formel lautet

$$\mathrm{Cotg}\, 2\,\alpha, = \frac{m_1}{m_2}\frac{\delta_1}{\delta_2}\frac{1}{\mathrm{Sin}\, 2\,i} + \mathrm{Cotg}\, 2\,i.$$

wo α die resultierende Auslöschungsschiefe, i der Winkel, den die Auslöschungsschiefen der Endglieder bilden, m_1 und m_2 die molekularen Mengen der Bestandteile, und δ_1 u. δ_2 die Doppelbrechung derselben sind. In dem vorliegenden Fall, wo der Komponent, der die schiefe Auslöschung besitzt, sehr stark doppelbrechend ist, derjenige mit der Auslöschungsschiefe 0° sehr schwach doppelbrechend, muss die Auslöschungsschiefe innerhalb einer isomorphen Serie zwischen diesen beiden Komponenten, von derjenigen mit schiefer Auslöschung aus gerechnet anfangs nur sehr langsam abnehmen, um dann in dem letzen Interwall sehr schnell sich dem Nullwert des schwach doppelbrechenden Endgliedes zu nähern. [1])

Bei den Pyroxenen mit kleinem Axenwinkel aus Diabasen (Schtscheliki, Föglö) kommen aber nicht nur Silikate der Diopsid-Hedenbergitreihe vor, sondern auch von den in den basaltischen Augiten enthaltenen sesquioxydhaltigen Molekeln, und die Auslöschungsschiefe dieser Glieder ist noch viel grösser als diejenige der Hedenbergite. Dass der Auslöschungswinkel der Pyroxene von Schtscheliki und Föglö der Grösse nach dem des Hedenbergits nahe kommt, spricht deshalb nicht gegen das aus der Theori hervorgehende Resultat, dass die Zwischenglieder der Serie eine kleinere Auslöschungsschiefe haben müssen als die schief auslöschenden Endglieder. Bei dem Pyroxen von Schtscheliki wurde die Beobachtung gemacht, dass die Auslöschungsschiefe bei Abnahme der Grösse des Axenwinkels ebenfalls abnimmt (Vergl. S. 33 u. 34), bei einer Abnahme des Axenwinkels (2 E) von 73° bis 48 $^3/_4$° nahm die Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ 4 — 5° ab. Dieses steht also im Einklange mit den Forderungen der Theori.

[1]) Eine Berechnung für die Serie Enstatit-Diopsid zeigte, dass die Auslöschungsschiefe für z. B. E. 25 %—D. 75 % nur 1° 5′ kleiner als die des reinen Diopsids ist, für E. 50 %—D. 50 % 3° 46′, aber für E 75 %—D 25 % 18° 49′ kleiner als die des reinen Diopsids ist.

Bei den Ebelmen'schen Mg-Pyroxen schwankt der Wert der Auslöschungsschiefe bedeutend, sowohl bei den künstlich dargestellten wie bei denjenigen der Chondrite, ist im allgemeinen aber kleiner als 30°. Ich bin deshalb geneigt in diesen Pyroxenen Glieder der Reihe zu sehen, die sehr nahe dem gerade auslöschenden Mg Si O_3-Endgliede der Reihe liegen. Die normalsymmetrische Lage der Axenebene und der grosse Axenwinkel stimmen hiermit überein. Auch durch seine geringe Doppelbrechung nähert sich dieser Pyroxen mehr den Enstatiten als den Diopsiden.

Innerhalb dieses den reinen Mg O-, Fe O-Metasilikaten am nächsten gelegenen Teiles der Serie muss sich der Wert der Auslöschungsschiefe sehr rasch bei nur geringen Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung ändern können, in den übrigen Teilen der Serie ist dagegen die Auslöschungsschiefe ein weniger charakteristisches Merkmal für die Stellung des Pyroxens innerhalb der Serie als die Grösse des optischen Axenwinkels.

Ich möchte in diesem Zusammenhang noch auf die auf S. 85 aus dem Pyroxen von Juvinas beschriebene Erscheinung, dass in felderähnlichen Partien auf dem Klinopinakoid des Minerals eine spitze Bisektrix austritt, zurückkommen. In Anschluss an die hier entwickelten Anschauungen glaube ich dass dieses in der Art zu erklären ist, dass in den „blauen" Teilen des Pyroxens die Lage der Axenebene eine symmetrische ist, hier ist die Doppelbrechung die grösst mögliche In den gelbbraunen Feldern hat der Übergang zur normalsymmetrischen Axenlage stattgefunden, und die Doppelbrechung in diesen entspricht deshalb $\gamma-\beta$, die Auslöschungsschiefe ist auch unbedeutend kleiner. In den grauen Feldern hätten wir dann schliesslich einen Pyroxen, der dem eisenreichen Endgliede der Serie nahe stehen würde und der deshalb den Austritt einer spitzen negativen Bisektrix in Verbindung mit einer schiefen Auslöschung und schwachen Doppelbrechung zeigt.

Ich glaube aus den in der obigen Besprechung angeführten Gründen, dass die in dieser Arbeit behandelten kalkarmen Pyroxene mit kleinem Winkel der optischen Axen zu isomorphen Serien gehören, deren Endglieder einerseits die monoklinen Pyroxene der Diopsid-Hedenbergitreihe und die diopsidischen

und basaltischen Augite sind, anderseits Magnesium- und Eisenmetasilikate, denen die optischen Eigenschaften der rhombischen Pyroxene zukommen.

Ich will nun hiermit nicht behaupten, dass eine kontinuirliche isomorphe Serie zwischen den monoklinen und rhombischen Pyroxenen vorliegt, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass die Serie, oder richtiger die Serien, dem Roozeboom'schen Typus IV (oder V) angehören. Ich verweise diesbezüglich auf die Arbeiten von Vogt[1]), dessen Resultate betreffend die Isomorphieverhältnisse innerhalb der Pyroxengruppe durch die vorliegende Arbeit im wesentlichen bestätigt werden, es würde jedoch zu weit führen diese Verhältnisse hier eingehender zu diskutieren.

Gegen die Auffassung, dass die rhombischen Pyroxene zusammen mit den monoklinen Pyroxenen in einer und derselben Mischungsserie enthalten seien, können auf Grund des verschiedenen Kristallsystems Bedenken erhoben werden. Die so typische Spaltbarkeit der Minerale ist jedoch ganz dieselbe, und die Flächenwinkel stehen auch einander der Grösse nach recht nahe. Nach der Groth'schen Art das Parameterverhältnis zu berechnen, zeigt dieses ausserdem bei beiden Gruppen eine recht nahe Übereinstimmung.[2])

Es ist bei der Beurteilung dieser Frage von Wichtigkeit sich zu vergegenwärtigen, dass wenn man nicht annimmt, dass die rhombischen Pyroxene in dieser Mischungsreihe enthalten sind, man die Existenz einer dimorphen Mg-Fe-Metasilikatreihe, die monoklin ist, aber ganz dieselben optischen Eigenschaften wie die rhombischen Pyroxene besitzt, annehmen muss, denn die Zusammensetzung sowohl der Pyroxene aus den Diabasen von Föglö und Richmond, wie die der Meteoriten zeigen unzweifelhaft, dass Mg- Fe-Metasilikate in grosser Menge in ihnen enthalten sind, und wenn man annimmt, dass diese Mg-Fe-Metasilikate op-

---

[1]) J. H. L. Vogt. Die Silikatschmelzlösungen. I. S. 144 u. II S. 104 —113.

[2]) P. Groth. Tabellarische Übersicht der Mineralien. 3 Aufl. Braunschweig 1889. S. 127—128.

tische Eigenschaften, die denen der übrigen monoklinen Pyroxene ähnlich sind, besitzen, so bleibt der kleine Axenwinkelwert und der Verlauf der Änderung in der Grösse desselben ganz unerklärlich.

Von Intresse ist auch, dass die nach dieser Auffassung den rhombischen Gliedern am nächsten innerhalb der Serie stehenden, nämlich die Pyroxene der Chondrite (der Ebelmen'sche Mg-Pyroxen), regelmässig einen sehr feinlamellären Zwillingsbau nach dem Ortopinakoid besitzen, wodurch sie ihrer äusseren Begrenzung nach sich den rhombischen stark nähern: sie sind mimetisch rhombisch.

Groth hält die rhombischen Pyroxene überhaupt für nur mimetisch-rhombisch, und von in Wirklichkeit monokliner Natur.[1]) Diese Auffassung erhält also durch das oben angeführte eine starke Stütze.

Aus der obigen Untersuchung geht einiges hervor, das auch för die Beurteilung der Zusammensetzung der monoklinen Pyroxene überhaupt von Bedeutung ist. Dadurch dass gezeigt worden ist, dass in monoklinen Pyroxenen sehr viel grössere Mengen von Mg- und Fe- Silikaten vorkommen können als früher beobachtet worden war, scheint mir die Auffassung Wülfings (Vergl. S. 4), dass in denjenigen den Diopsiden und Hedenbergiten nahe stehenden Pyroxenen, bei denen das Verhältnis von $Fe\,O + Mg\,O > Ca\,O$ ist, eine Verbindung $Mg\,Fe\,Si_2\,O_6$ enthalten wäre, nicht mehr berechtigt.

Weiter ist die Ansicht, dass die Sesquioxyde an $Mg\,O \cdot Si\,O_2$ in dem „Tschermak'schen Silikat" gebunden vorkommen, ursprünglich aus dem Umstand hervorgegangen, dass Tschermak einen Überschuss an MgO- + FeO-Molekeln über CaO-Molekeln in den basaltischen Augiten vorfand. Spätere Untersuchungen haben nun gezeigt, dass auch ein Überschuss an $Ca\,O$ über $Mg\,O + Fe\,O$ vorkommen kann. Aus der vor-

---

[1]) P. Groth. loc. cit. S. 135 u. Physikalische Kristallographie. 4 Aufl. Leipzig 1905. S. 412.

liegenden Untersuchung geht hervor, dass die an Mg O (und Fe O) sehr reichen monoklinen Pyroxene gerade sehr arm an Sesquioxyden sind und die Tschermak'sche Mischungsregel (Vergl. S. 1) verliert ganz ihre Bedeutung bei diesen Pyroxenen. Dagegen scheinen bei den monoklinen Pyroxenen gerade die kalkreichsten auch am meisten sesquioxydreich zu sein. Der einzige der Meteoritpyroxene, der kalkreich ist, nämlich der sehr kalkhaltige aus dem Stein von Angra dos Reis, ist auch ganz ungewöhnlich sesquioxydreich.

Es scheint mir aus diesen Gründen wahrscheinlicher, dass die Sesquioxyde in den basaltischen Augiten und anderen sesquioxydreichen Augiten, nicht an das MgO-Silikat gebunden vorkommen, sondern an das CaO-Silikat, und das Tschermak'sche Mg-Al-Silikat wäre dann ganz allgemein durch das von Tschermak bei der Besprechung der Analyse des Meteoriten von Angra dos Reis erwähnte Silikat (S. 103) $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ zu ersetzen.

Zur Nomenklatur.

Da es sehr unbequem ist die in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxene immer durch Aufrechnen ihrer Eigenschaften zu charakterisieren, möchte ich eine neue Nomenklatur für dieselben vorschlagen. Es ist im Vorigen gezeigt worden, dass sie alle gewisse sowohl chemische wie optische Merkmale gemeinsam haben und, dass sie hierdurch einer und derselben Gruppe, oder richtiger einer Anzahl einander nahe stehenden und ineinander übergehenden Reihen angehören. Es ist also ein gemeinsamer Gruppenname für dieselben nötig, und da sie sowohl optisch wie chemisch eine Zwischenstellung zwischen den rhombischen Pyroxenen (die ich unter dem gemeinsamen Namen „Enstatit" zusammenfasse) und den monoklinen Pyroxenen (die ganz allgemein als „Augite" bezeichnet werden können) einnehmen, möchte ich dieselben die Gruppe der Enstatitaugite nennen. [1])

---

[1]) Dieser Name ist nicht mit der Hypothese verbunden, dass die rhombischen Pyroxene als solche wirklich die einen Endglieder der Serie seien, son-

Für die verschiedenen Haupttypen innerhalb der Gruppe der „Enstatitaugite“ müssen dann aparte Benennungen geschaffen werden, denn es ist offenbar, dass z. B. der Pyroxen von Föglö und die Pyroxene der Eukrite sowie der des Ureilits nicht mit demselben Namen bezeichnet werden können. Für die Meteoritpyroxene könnte man ja eventuell die alten Namen „Shephardit“, „Chladnit“, „Piddingtonit und „Victorit“ gebrauchen. Ich glaube aber einerseits, dass es nicht zweckmässig ist, Namen, die schon in so vielen verschiedenen Bedeutungen benutzt worden sind, und die ihrer Zeit zu grosser Verwirrung in der Nomenklatur Anlass gegeben haben, wieder in einem neuen Sinn jetzt zu gebrauchen. Anderseits ist es praktischer eine rationelle Nomenklatur zu gebrauchen, die das Verhältnis der verschiedenen Glieder der Gruppe zu einander an und für sich schon andeutet, und die ausserdem einer künftigen Erweiterung nach denselben Prinzipien fähig ist. Aus diesen Gründen möchte ich auch den von Rosenbusch für die Pyroxene der Hunnediabase mit kleinem Axenwinkel neulich vorgeschlagenen Namen „Magnesiumdiopsid“ fallen lassen. Derselbe Name ist von Cohen für die Pyroxene der Chondrite vorgeschlagen worden (vergl. S. 120) und beruht wohl auch gewissermassen auf der Vorstellung, dass der Pyroxen eine einzelstehende Spezies, nicht ein Glied einer mannigfaltig entwickelten Serie ist.

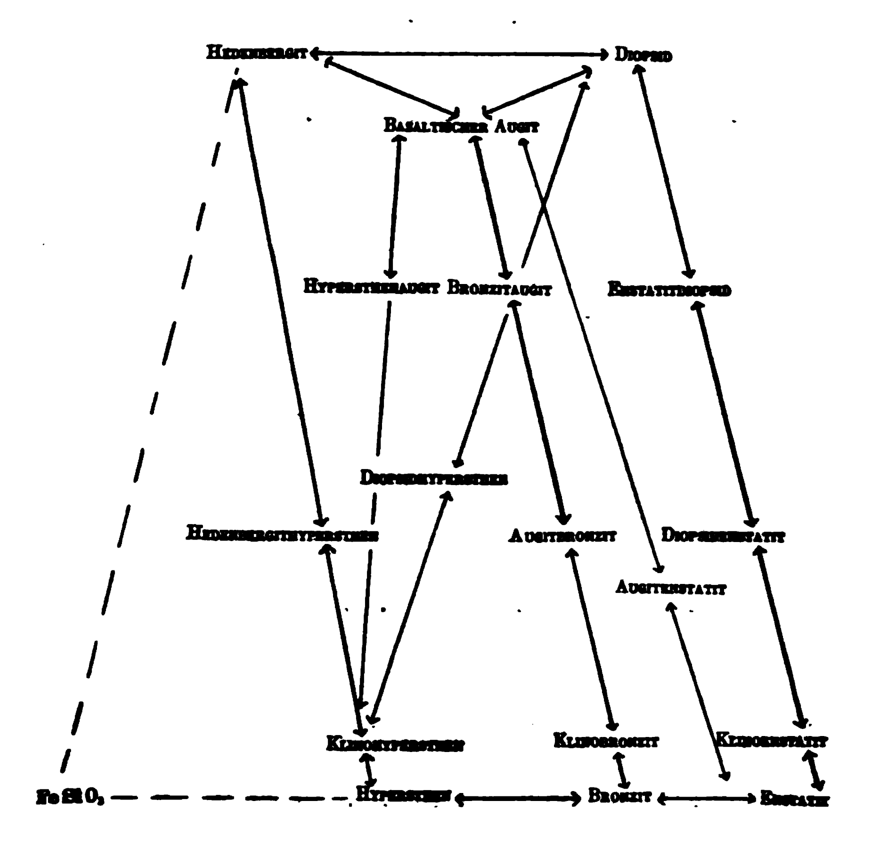
Analog mit dem gemeinsamen Gruppennamen „Enstatitaugit“ lassen sich auch Namen für die verschiedenen Glieder der Serien, von ihrer Stellung innerhalb der Serie abhängend ableiten. So können z. B. die eisenärmsten als „Enstatitdiopside“, wenn sie relativ kalkreich sind, bezeichnet werden, wenn sie kalkarm sind, dagegen als „Diopsidenstatite“. Ebenso die eisenreichen von ihrer mehr oder weniger stark ausgeprägten Kalkarmut abhängend; „Hypersthenhedenbergite“ und „Hedenbergithypersthene“ bezeichnet werden. Die mittel-eisenreichen könnten dann beispielsweise „Augitbronzite“,

---

dern ist an und für sich dadurch berechtigt, dass die Eigenschaften der „Enstatitaugite“ zwischen denen der „Enstatite“ und denen der „Augite“ liegen. Auch bietet dieser Name durch ihre Analogie mit dem Namen Aegirinaugit, welcher sich ja als sehr zweckmässig erwiesen hat, grosse Vorteile.

„Bronzitaugite“ etz. genannt werden, falls ihre Zusammensetzung mit genügender Genauigkeit bekannt ist. Sonst ist es wohl am richtigsten den Gruppennamen Enstatitaugit zu gebrauchen.

Ich gebe hier unten ein Schema über die Namen und die Beziehungen zwischen den verschiedenen Gliedern der Familie der monoklinen Pyroxene an. Die Namen sind an den, den Analysenörtern der Pyroxene in der Dreieckprojektion Taf. I entsprechenden Stellen angebracht. Bei denjenigen Pyroxenen, die einen noch ziemlich grossen Axenwinkel haben und entsprechend viel Kalk, wird das „Enstatit“- Glied des Namen vor dem des „Augit“- Gliedes (= enstatitführender Augit), bei denjenigen Pyroxenen, die einen sehr kleinen Axenwinkel haben, wiederum „Augit“ vor „Enstatit“ gesetzt.



In Übereinstimmung mit dieser Nomenklatur würden dann die in dieser Arbeit beschriebenen Pyroxene, deren Zusammensetzung bekannt ist, die folgenden Namen erhalten:

Die Pyroxene aus den Diabasen des Konga-Typus sowie die dunkleren Pyroxene der Diabase des Hunnetypus, die nicht sehr eisenreich sind, könnten als *Bronzitaugite* bezeichnet werden (An. 1—3 u. 6—7 auf S. 7). Die eisenreichsten unter diesen Pyroxenen als *Hypersthenaugite* (An. N:o 8, 9 u. 16).

Der Pyroxen aus dem Diabas von Föglö (S. 19) sowie die hellen Pyroxene der Hunnediabase, die von Törnebohm zuerst Salit genannt wurden, und überhaupt die meisten der Diabaspyroxene mit ganz kleinem Axenwinkel . . . . *Augitbronzite.*

Der Pyroxen aus dem Diabas von Richmond (S. 37) . . . . *Augitenstatit.*

Die Pyroxene aus den Pyroxenandesiten (S. 63 wären teils *Augitenstatite* (An. N:o 12 auf. S. 7) *Augitbronzite* (An. N:o 13 u. 14 auf S. 7). Der Pyroxen aus dem Gabbro von Hexriwer (S. 65. An. N:o 11 S. 7) wäre ein *Augitbronzit.* Derjenige aus dem Basalt von Kolter (An. N:o 10 S. 7) wieder ein *Bronzitaugit.*

Die monoklinen Pyroxene der Meteoriten würden die folgenden Namen erhalten:

Der Pyroxen der Eukrite, und wahrscheinlich auch die in den Howarditen enthaltenen mit kleinem Axenwinkel . . . . . . *Hedenbergithypersthen.*

Der Pyroxen des Shergottit's (S. 93) *Diopsidhypersthen.*

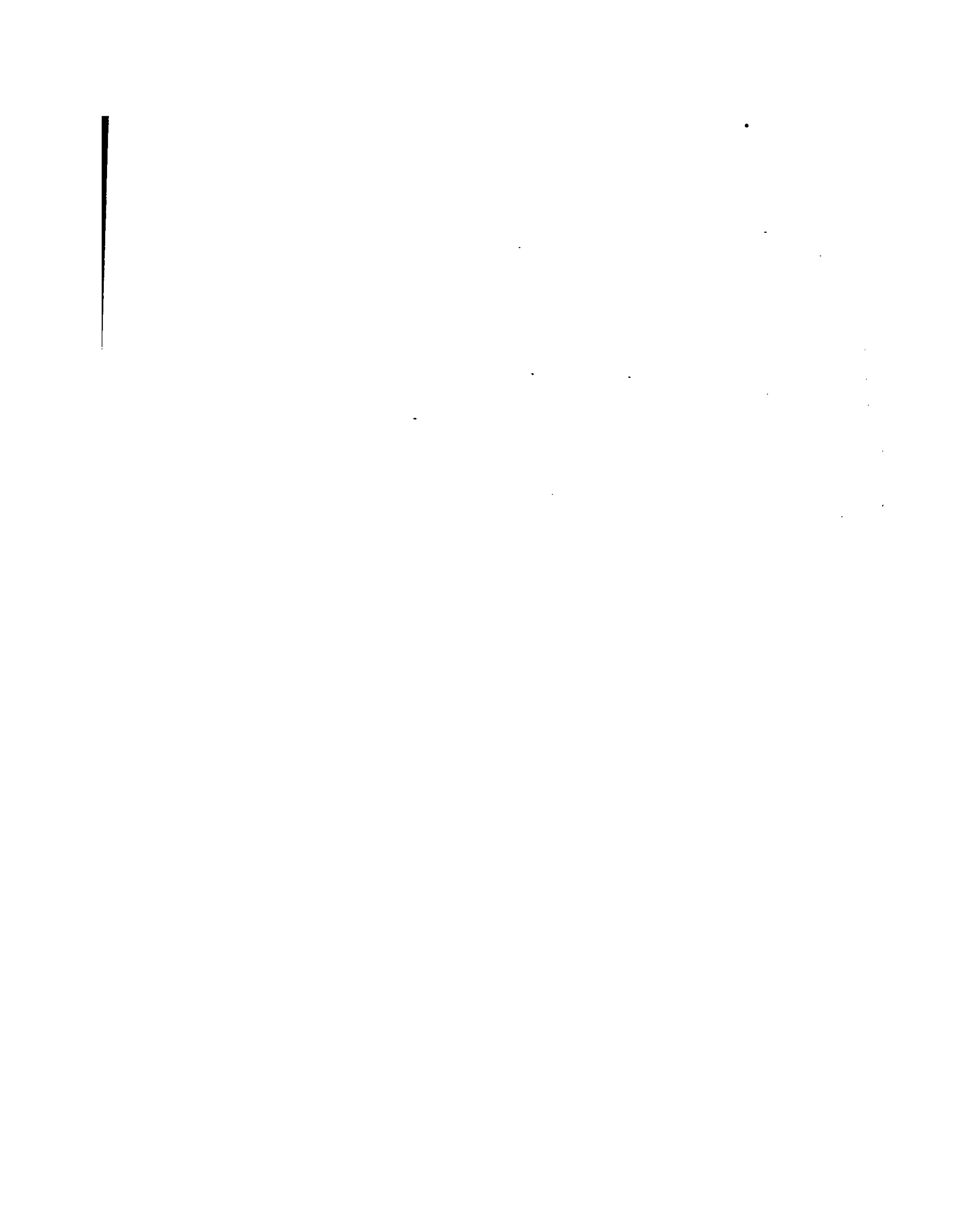
Der Pyroxen des Bustit's (S. 101). . *Enstatitdiopsid.*

Der Pyroxen des Ureilits (S. 105). . *Diopsidenstatit.*

Die Zusammensetzung der Pyroxene der Siderolithe (S. 116) ist nicht näher bekannt, am richtigsten wäre wohl den Namen Diopsidbronzit für dieselben bis auf weiter zu benutzen.

Da die monoklinen Pyroxene der Chondrite (S. 112) wahrscheinlich die der Enstatit-Hypersthen-Reihe am nähsten gelegenen Glieder sind (Vergl. S. 130 u. 134), vielleicht auch eine zweite dimorphe Modifikation der Fe-Mg-Metasilikate ausmachen, jedenfalls sich hauptsächlich durch die schiefe Auslöschung optisch von den rhombischen Pyroxenen unterscheiden, schlage ich für dieselben die Namen *Klinoenstatit, Klinobronzit* und *Klinohypersthen* vor.

Diese Namen würden natürlich dann auch den auf S. 118—125 besprochenen, künstlich dargestellten Silikaten zukommen.



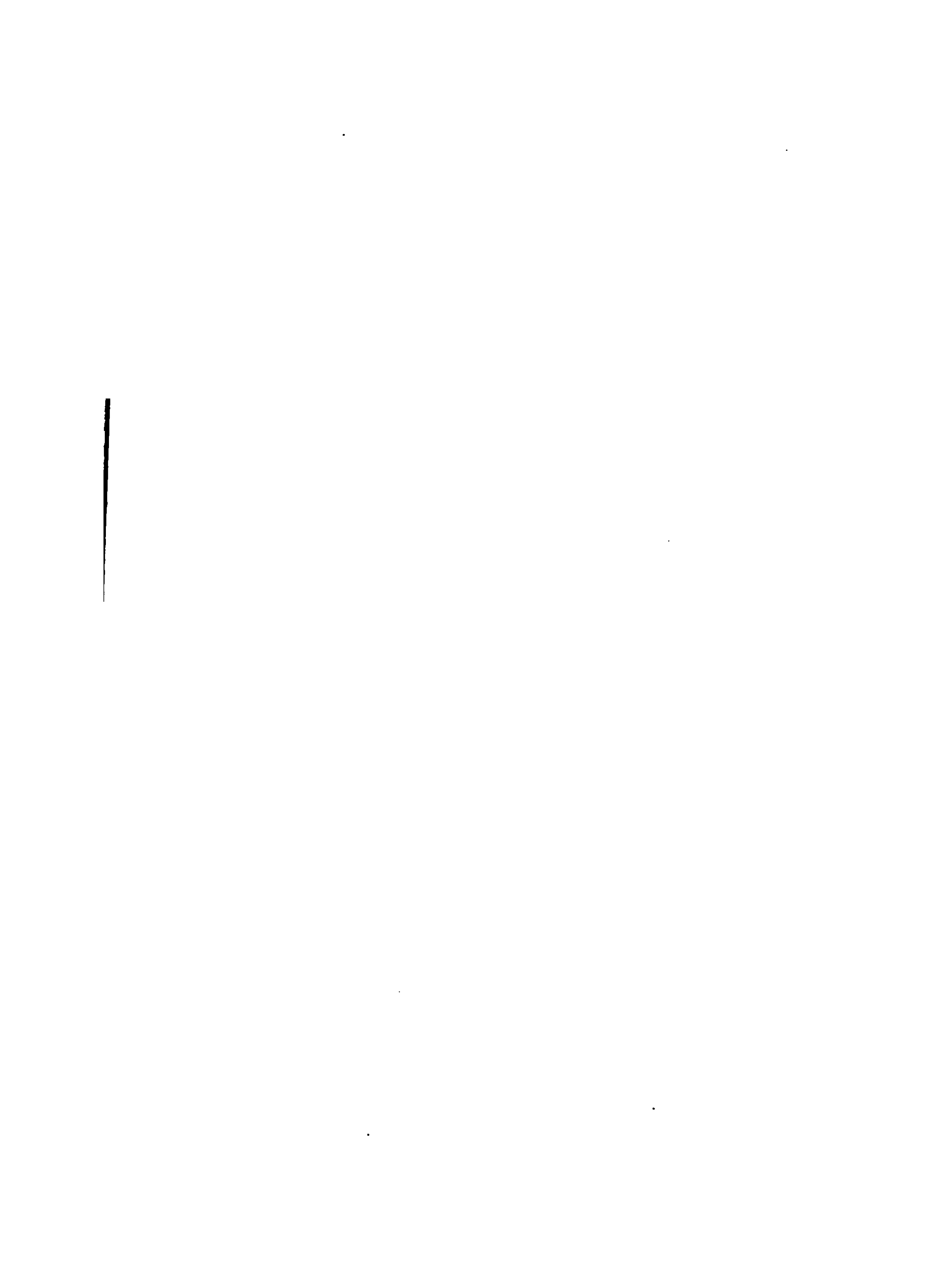
Begleitwort.

Die vorliegende Untersuchung ist im Mineralogisch-Geologischen Institut (Mineralienkabinett) der Universität Helsingfors ausgeführt worden.

Ich möchte dieselbe nicht abschliessen ohne dem Vorsteher des Instituts Herrn Professor W. RAMSAY meinen besten Dank für die vielfache Unterstützung, die ich bei meinen Arbeiten im Institut während der letzten Jahre seinerseits erhalten habe. Auch bin ich Ihm zu vielen Dank verpflichtet dafür, dass Er mir das seltene Meteoritenmaterial des In stituts zu dieser Untersuchung zur Verfügung stellte.

Während eines Studienaufenthaltes in Heidelberg vor einigen Jahren hatte mein verehrter Lehrer Herr Geheimrath Prof. H. ROSENBUSCH die Freundlichkeit mich seine grossen Kollektionen von Dünnschliffen von Diabasen aus verschiedenen Teilen der. Erde, sowie seine reichhaltige Sammlung orientierter Schliffe von monoklinen Pyroxenen studieren zu lassen. Dieses Studium hat die Ausführung der vorliegenden Untersuchung im Wesentlichen erleichtert. Auch bin ich Herrn Prof. ROSENBUSCH für viele Rathschläge betreffend Arbeitsmethoden zu Dank verpflichtet.

Von Professor W. DEECKE in Greifswald erhielt ich die Dünnschliffe des Diabases von Richmond S. Afr. geliehen. Weiter habe ich Material zu dieser Untersuchung von den Herrn Prof. K. OEBBEKE in München, Prof. FR. BERWERTH in Wien, Prof. L. FLETCHER in London, Dr B. FROSTERUS, Dr J. J. SEDERHOLM, Dr V. HACKMAN und Dr L. H. BORGSTRÖM in Helsingfors erhalten. Allen diesen Herren ist es mir eine angenehme Pflicht meine Dankbarkeit zu bezeugen für ihre Freundlichkeit, mir sowohl Untersuchungsmaterial als Vergleichsmaterial zur Verfügung zu stellen, wodurch sie diese meine Arbeit wesentlich förderten.



TAB. I.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	53,27	51,92	50,95	51.15	49,17	50,42	52,03	50,34	56,78
TiO_2	2,52	2,30	0,50	0,44	2,33	2,25	1,59	1,56	1,44
Al_2O_3	13,56	13,80	17,50	15,92	12,22	13,35	15,28	15,23	14,33
Fe_2O_3	5,29	5,87	14,42	9,34	3,10	3,92	3,59	2,82	5,76
FeO	7,89	8,01	—	2,87	13,31	12,00	8,73	11,17	9,27
MnO	0,21	0,21	—	0,09	0,39	0,35	0,30	0,14	0,25
MgO	4,10	4,49	2,63	6,48	5,01	3,99	5,37	5,81	1,58
CaO	6.54	8,25	6,85	10,40	6,42	7,99	7,59	9,61	5,26
Na_2O	2,83	3,01	3,38	1,19	4,07	2,77	2,46	2,93	3,43
K_2O	1,34	1,24	1,65	1,61	1,09	1,35	1,12	1,02	1,75
P_2O_5	0,38	0,30	0,78	—	2,85	0,15	0,19	0,20	0,36
H_2O	1,90	1,16	2,02	0,11	0,25	1,04	1,34	0,26	0,43
S:a	99,83	100,56	100,68	99,66	100,37	100,1 3	99,79	101,09	100,64
Sp: Gew	—	—	—	3,19	—	3,017	—	2,968	3,023

TAB. II.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	58,70	56,22	57,69	54,80	53,80	55,20	56,63	53,24	62,21
TiO_2	2,08	1,86	0,42	0,35	1,91	1,84	1,30	1,24	1,18
Al_2O_3	8,78	8,78	11,64	10,02	7,99	8,59	9,77	9,49	9,24
FeO	11,62	11,97	12,23	10,07	14,71	14,20	10,84	12,06	13,34
MnO	0,20	0,19	—	0,08	0,36	0,32	0,27	0,13	0,23
MgO	6,77	7,28	4,47	10,42	8,24	6,54	8,77	9,22	2,60
CaO	7,72	9,56	8,32	11,93	7,55	9,36	8,87	10,89	6,17
Na_2O	3,00	3,14	3,70	1,23	4,32	2,94	2,60	3,00	3,64
K_2O	0,95	0,86	1,63	1,10	0,76	0,94	0,78	0,64	1,23
P_2O_5	0,18	0,14	0,78	—	0,12	0,07	0,09	0,09	0,16
S:a	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,60

Tabelle I. *Verzeichnis der in Taf. I eingetragenen Diabasanalysen.*

Tabelle II. *Molekularzusammensetzung in Prozenten derselben Diabase.*

1. Kongadiabas. Konga, Schonen, Schweden. Analysierst v. R. Mauzelius. Sveriges Geologiska Unders. Ser. A. 1, a. Seite 78.
2. Kongadiabas. („Salitführend"). S. von Esphults Kirche, Schonen, Schweden. a. v. R. Mauzelius. Ibid.
3. Kongadiabas. N. W. von Mölle, Kullen, Schonen, Schweden. a. v. Thomé in Hennig. Lunds Univ. Årsskrift (1899) XXXV, 2. N:o 5.
4. Kongadiabas. („Augitdiorit"). Seven Pagodas, Chingelput-District, Präsidentschaft Madras, Indien. (mit 0,06 % CO_2.) Holland. Quart. Journ. G. S. 53. 1897. S. 405.
5. Kongadiabas. Hartenrod bei Herborn, Hessen. (mit. 0,16 % CO_2.) Fr. Heineck. N. J. Beil. B. XVII. S. 77.
6. Kongadiabas. Schtscheliki, SW-Küste des Onegasees, Russisch Karelien. (mit 0,07 % NiO und 0,48 % FeS_2) analysiert v. W. Wahl.

---

7. Diabas. Källsholm, Skärgård von Föglö, Ålands Inseln, Finland (mit 0,01 % NiO, 0,05 % BaO und 0,14 % FeS_2) analysiert v. W. Wahl.

8. Diabas. Rocky B
A. H. Phillips.
9. Diabas grobkörni
A. H. Phillips.

10 Hunnediabas. W
G. W. Hawes.
11. Hunnediabas. V
G. W. Hawes.
12. Hunnediabas. J
G. W. Hawes.
13. Hunnediabas. E
G. W. Hawes.

14. Hunnediabas. (I
Anal. v. Quinc
15. Hunnediabas. V
(mit. 0,49 %
Seite 640.
16. Hunnediabas. (I
Crags. Northu
J. H. Teall. I

10	31	32	33
51,7[illegible]	45,31	47,54	47,36
—	—	2,76	0,51
14,2[illegible]	24,11	16,73	16,79
3,5[illegible]	8,24	6,69	1,53
8,2[illegible]	6,47	6,67	7,93
0,4[illegible]	—	0,19	0,44
7,6[illegible]	4,49	6,38	6,53
10,7[illegible]	8,08	8,74	10,08
2,1[illegible]	1,66	2,81	2,85
0,3[illegible]	0,27	1,10	0,84
0,1[illegible]	—	0,51	0,26
0,6[illegible]	0,70	0,36	3,05
99,81	99,36	100,51	100,61
3,03	—	—	3,081

10	31	32	33
53,8[illegible]	51,30	51,23	52,75
—	—	2,23	0,43
8,8[illegible]	16,10	10,62	11,01
10,1[illegible]	13,12	11,40	8,65
0,3[illegible]	—	0,17	0,41
12,1[illegible]	7,63	10,31	10,91
12,1[illegible]	9,84	10,10	12,04
2,1[illegible]	1,82	2,93	3,08
0,1[illegible]	0,19	0,76	0,60
0,0[illegible]	—	0,23	0,12
100,00	100,00	100,00	100,00

ill (Stei Aus dem gemischten Gange
Am. J
. Rock
Ibid.

ulle. Schweden.
est Roc 2. Seite 64. An. a.
Am. J ulle. Schweden.
Vintergr
Ibid.
ersey Ci W. Finland.
Ibid. 12 „Nystad". S. 55. An. III.
olyoke. „Åsbydiabas"-Gebiet bei
Ibid.
ll. d. la Comm. Geol. de

Mächtige . Schweden.
e b. Ho Svenska Vet. Akad. H.
Vhinsill,
Fe S_2 un New Mexico. U. S. A.
Führt ak larke. Bull. U. S. G. S.
mberland
bid.
870. XXII. S. 159.

LE III. Die „Osann'schen Grössen" der in der Tab. I angeführten Diabase.

	S	A	C	F	*a*	*c*	*f*	*n*	*m*	*k*
……	60,78	3,95	4,83	21,48	2,5	3,0	14,5	7,6	8,7	1,11
……	58,08	4,00	4,78	24,22	2,5	3,0	14,5	7,9	8,0	1,00
……	58,12	4,89	6,75	18,27	3,5	4,5	12,0	7,6	9,0	0,95
……	55,15	2,33	7,69	24,81	1,5	4,5	14,0	5,3	8,3	1,02
……	55,71	5,08	2,91	27,95	3,0	1,5	15,5	8,5	8,3	0,87
……	57,04	3,88	4,71	25,71	2,5	2,5	15,0	7,6	8,2	0,98
……	57,93	3,38	6,39	22,34	2,0	4,0	14,0	7,7	8,6	1,05
……	54,48	3,64	5,85	26,45	2,0	3,0	15,0	8,2	8,1	0,91
……	63,39	4,87	4,37	17,97	3,5	3,0	13,5	7,5	9,0	1,11
……	53,84	2,36	6,49	28,30	1,5	3,5	15,0	9,3	8,0	0,97
……	54,80	2,59	6,35	27,32	1,5	3,5	15,0	8,7	8,0	0,98
……	55,42	3,00	5,43	27,72	1,5	3,0	15,5	7,7	8,4	0,98
……	56,25	3,24	5,64	25,99	2,0	3,0	15,0	8,2	8,0	0,99
……	55,36	3,97	2,90	30,90	2,0	1,5	16,5	6,9	7,7	0,95
……	58,06	3,56	5,49	23,17	2,0	3,5	14,5	7,6	8,1	1,05
……	56,23	3,84	5,54	24,65	2,5	2,5	15,0	7,5	8,4	0,96
……	55,41	4,17	3,77	28,63	2,5	1,5	16,0	7,5	8,0	0,94
……	56,20	3,48	5,36	26,12	2,0	3,0	15,0	4,2	8,2	0,98
……	53,96	2,64	8,39	23,98	1,5	5,0	13,5	—	8,7	0,95
……	55,07	4,26	2,38	31,65	2,0	1,5	16,5	7,6	7,4	0,89
……	53,29	1,91	8,66	25,57	1,5	4,5	14,0	8,4	7,6	0,98
……	50,86	1,54	6,41	33,24	1,0	3,0	16,0	8,7	8,1	0,92
……	51,28	1,34	6,46	33,16	1,0	3,0	16,0	8,5	9,1	0,95
……	52,20	2,51	(7,78)	(27,87)	1,5	4,0	14,5	7,0	> 10	0,89
……	50,26	3,49	8,37	26,36	2,0	4,0	14,0	6,4	9,9	0,79
……	50,26	3,63	6,92	28,64	2,0	3,5	14,5	8,9	8,6	0,80
……	55,02	3,27	6,91	24,62	2,0	4,0	14,0	7,4	9,1	0,94
……	54,48	3,42	6,75	26,18	2,0	3,5	14,5	7,4	8,7	0,90
……	50,52	3,50	6,78	28,82	2,0	3,5	14,5	6,4	8,3	0,79
……	49,67	3,42	4,90	31,49	1,5	2,5	16,0	6,4	8,5	0,80
……	51,30	2,01	—	—	—	—	—	9,1	—	—
……	53,46	3,69	6,93	25,05	2,0	4,0	14,0	7,9	8,7	0,87
……	53,18	3,68	7,33	24,68	2,0	4,0	14,0	8,4	9,0	0,87



Tab. IV.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO_2	50,25	48,78	48,02	48,20	48,98	50,10	47,91
TiO_2	—	—	—	0,32	0,49	—	—
Al_2O_3	2,06	3,19	3,36	0,71	1,21	3,31	6,26
FeO	12,63	12,91	14,24	18,13	10,69	11,72	14,46
MnO	0,68	0,18	0,31	—	—	—	—
MgO	20,30	17,41	18,07	22,61	30,59	18,01	18,05
CaO	14,18	16,34	17,00	8,98	8,04	15,92	14,46
Na_2O	— }	1,19	—	0,76	— }	0,94	—
K_2O	— }		—	0,29	— }		—
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

	8.	9.	10.	11.	15.	16.
SiO_2	46,73	49,63	48,85	50,54	49,40	49,27
TiO_2	—	—	—	—	0,52	0,59
Al_2O_3	1,98	3,30	1,86	1,73	1,33	1,43
FeO	19,34	20,22	14,12	14,25	16,75	16,55
MnO	—	—	—	—	0,47	0,46
MgO	18,92	11,79	20,62	26,58	23,92	16,68
CaO	11,98	11,99	14,55	6,26	7,18	14,65
Na_2O	0,82 }	3,07	—	0,52	0,20	0,25
K_2O	0,23 }		—	0,12	0,23	0,12
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

	17.	18.	19.	20.	21.	22.
SiO_2	47,61	46,66	48,6	46,00	48,11	48,95
TiO_2	—	—	—	1,33	—	—
Al_2O_3	2,00	4,81	—	4,47	5,26	1,65
FeO	6,87	7,77	14,8	7,59	7,56	12,17
MnO	—	—	—	0,17	—	0,29
MgO	22,53	18,22	16,4	19,82	21,34	30,81
CaO	20,99	22,54	20,2	20,24	17,09	5,97
Na_2O	—	—	—	0,31	0,52	0,14
K_2O	—	—	—	0,07	0,12	0,02
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Die Analysen 1—11 u. 15—22 der in der Dreieckprojektion Taf. I eingetragenen Pyroxene auf Molekularprozent und 100 unter Abzug von H_2O berechnet. Die gesamte Fe-Menge ist als FeO berechnet.

TAB. V.

	I	II	1II	VI	1 a	II a	III a	VI a
SiO_2	49,23	48,30	49,32	50,21	51,44	50,50	51,40	50,39
TiO_2	0,10	—	0,42	—	0,08	—	—	—
Al_2O_3 . . .	12,55	12,65	11,24	5,90	7,71	7,78	6,89	3,48
Fe_2O_3 . . .	1,21	—	—	3,14	—	—	—	—
FeO	20,02	19,32	20,65	19,02	18,38	16,83	17,93	18,26
MnO. . . .	—	0,81	Sp.	Sp.	—	0,72	—	—
MgO. . . .	6,44	6,87	7,15	10,00	10,10	10,77	11,14	15,06
CaO	10,23	11,27	10,84	10,41	11,45	12,62	12,08	11,20
Na_2O . . .	0,63	0,62	0,40	1,28	0,64	0,63	} 0,56	1,24
K_2O	0,18	0,23	0,25	0,57	0,08	0,15		0,37
P_2O_5. . . .	0,28	—	—	—	0,12	—	—	—
Magnetkies	0,44	Sp.	—	Sp.	—	—	—	—
Chromit . .	0.72	0,54	Sp.	—	—	—	—	—
Fe	0,16	—	—	—	—	—	—	—
S:ma	102,19	100,61	100,50	100,55	—	—	—	—
Sp. G. . . .	3,09-3,11	3,01-3,17	3,081	3,277	110 %	100 %	100 %	100 %

Die Osann'schen Grössen der Eukrite und des Schergottit.

	S	A	C	F	*a*	*c*	*f*	*n*	*m*	*k*
I	51,52	0,72	6,99	32,94	0,5	3,5	16,0	8,9	8,6	1,00
II	50,50	0,78	7,00	33,94	0,5	3,5	16,0	8,1	8,2	0,96
III	51,40	0,56	6,33	34,76	0,5	3,0	16,5	—	8,4	1,01
VI	50,39	1,61	1,87	42,65	1,0	1,0	18,0	7,7	7,8	0,92

I. Analyse des Eukrits von Juvinas.
C. Rammelsberg. P. A. 1848. LXXII. S. 589.

II. Analyse des Eukrits von Stannern.
C. Rammelsberg. P. A. 1851. LXXXIII. S. 592.

III. Analyse des Eukrits von Peramiho.
Fr. Berwerth. Sitz. d. Akad. z. Wien CXII. 1. (1903.)
Analyse von E. Ludwig. S. 771.

VI. Analyse des Shergottit von Shergotty.
G. Tschermak Sitzb. d. Akad. zu Wien. 1872. LXV. S. 126.

I a—III a u. VI a. Molekularzusammensetzung in Prozenten der Analysen I, II, III und VI.

TAF.

○ Pyroxene

△ Kongadia
□ Hunnedia
+ Kinnedial
✳ Åsbydiab
● Sonstige

⊕ Meteorite







